Ueber die

anorganischen

Bestandtheile der Pflanzen,

oder

Beantwortung der Frage:

Sind die anorganischen Elemente, welche sich in der Asche der Pflanzen finden, so wesentliche Bestandtheile des vegetabilischen Organismus, dass dieser sie zu seiner völligen Ausbildung bedarf, und werden sie den Gewächsen von Aufsen dargeboten?

Eine in Göttingen im Jahre 1842

gekrönte Preisschrift,

nebst einem

Anhange über die fragliche Assimilation des Humusextractes

von

Dr. A. F. Wiegmann,
Professor in Braunschweig

und

L. Polstorff,
Administrator der Hofapotheke in Braunschweig.

Braunschweig.
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1842.

Ueber die

anorganischen

Bestandtheile der Pflanzen,

oder

Beantwortung der Frage:

Sind die anorganischen Elemente, welche sich in der Asche der Pflanzen finden, so wesentliche Bestandtheile des vegetabilischen Organismus, dass dieser sie zu seiner völligen Ausbildung bedarf, und werden sie den Gewächsen von Aufsen dargeboten?

eine in Göttingen im Jahre 1842

gekrönte Preisschrift,

nebst einem

Anhange über die fragliche Assimilation des Humusextractes

von

Dr. A. F. Wiegmann,
Professor in Braunschweig

und

L. Polstorff,
Administrator der Hofapotheke in Braunschweig.

87581
27/5/08

Braunschweig.
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1842.

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Ex

Vorwort.

Im Jahre 1838 ersah ich aus den Göttingischen gelehrten Anzeigen und der Regensburger botanischen Zeitung, dass ein anonymer Freund der Botanik einen Preis für eine, auf genaue Versuche sich stützende Beantwortung der in diesem Schriftchen verhandelten Frage ausgesetzt habe, und, dass die diesen Gegenstand betreffenden Schriften vor dem ersten Januar 1840 an die Herren Professoren Bartling, Berthold oder Wöhler in Göttingen einzusenden wären.

Da ich mich davon überzeugt hielt, dass die Pflanzen allerdings unorganische Stoffe zu ihrer völligen, naturgemäfsen Ausbildung bedürfen, so entschloss ich mich, diese Frage, so viel als mir möglich gründlich zu beantworten, und sandte die Resultate meiner Versuche, und der Analysen meines Freundes, vor dem ersten Januar 1840, mit dem Motto; Dies diem docet! an den Herrn Professor Bartling in Göttingen ein.

Schon frühe bewährte sich die Wahrheit des von mir gewählten Motto, denn ich ersah aus dem Stücke der Göttingischen gelehrten Anzeigen vom ersten Julius 1840, und aus dem 6ten Hefte des Erdmann'schen Journals für praktische Chemie, dass dieser von mir und dem Herrn Administrator Polstorff gemeinschaftlich bearbeitete Aufsatz sich des ausgesetzten Preises erfreuen würde, wenn derselbe noch durch eine genaue Analyse des zu meinen Versuchen angewandten

Sandes, und durch eine Untersuchung der Einwirkung, welche längere Zeit hindurch angewandtes kohlensäurehaltiges Wasser auf solche Silikate enthaltenden Sand ausüben, vervollständiget werde. Ferner wünschten die Herren, dass genau ausgemittelt werde, ob die Substanz der Gefäfse, in denen die analysirten Pflanzen gezogen wurden, etwa auf den Gehalt derselben an unorganischen Elementen Einfluss gehabt habe, und schlugen zu dem Ende vor, schnell wachsende Pflanzen in Glasgefäfsen und in Blumentöpfen von der früher benutzten Art, zum Vergleiche, vegetiren zu lassen, und einen Theil dieser Pflanzen, nebst einer Probe des zu den Versuchen angewandten Sandes, einzusenden.

Da auch diesen Wünschen und Vorschriften der Herren Preisrichter, im Laufe des verflossenen Jahres, zur Zufriedenheit derselben Genüge geleistet, und dieser Abhandlung der Preis zuerkannt ist, so übergebe ich dem geneigten Leser die Resultate der von mir und meinem Freunde angestellten Versuche und Analysen, zur bessern Uebersicht zusammen gestellt, und von einem Anhange, die Aufsaugung und Assimilirung des Extractes einer humusreichen Dammerde betreffend, begleitet.

A. F. Wiegmann.

Dies diem docet!

Seit einer langen Reihe von Jahren hielt ich mich davon überzeugt, dass die Pflanzen diejenigen unorganischen Substanzen, welche in ihrer Asche gefunden werden, von Aufsen aufnehmen, und, dass sie dieselben zu ihrer völligen, naturgemäfsen Ausbildung bedürfen, als ich aus dem 101sten Stücke der Göttingischen gelehrten Anzeigen von 1838, und der 31sten Nummer der Regensburger botanischen Zeitung desselben Jahres ersah, dass ein ungenannter Freund der Wissenschaft einen Preis für die gründlichste Beantwortung der Frage:

> »Ob die sogenannten unorganischen Elemente, welche in der Asche der Pflanzen gefunden werden, auch dann in den Pflanzen sich finden, wenn sie denselben von Aufsen nicht dargeboten werden; und, ob jene Elemente so wesentliche Bestandtheile des vegetabilischen Organismus sind, dass dieser sie zu seiner völligen Ausbildung durchaus bedarf«

ausgesetzt habe, und also die Gründlichkeit der erwähnten Meinung nicht als gründlich erwiesen betrachtet werde.

Alle Gewächse, die Wassergewächse nicht ausgenommen, sind entweder unmittelbar, oder doch mittelbar, an den Boden geheftet, und nehmen zum Theil die zu ihrer Erhaltung nöthigen Nahrungsmittel aus demselben auf.

Aller Boden unsers Erdkörpers ist aber erweislich ein Produkt der Verwitterung oder theilweisen Vernichtung der Gebirgsarten oder festen Steinmassen, und aller Humusgehalt desselben, welcher die Dammerde constituirt, ist das Ergebniss der Verwesung thierischer oder vegetabilischer

Körper, welche dem Boden die Stoffe, die sie aus ihm entnommen haben, wieder geben.

Die Asche der Gewächse enthält alle die unorganischen Stoffe, welche wir in dem Boden, auf welchem sie gewachsen sind, finden, und es ist wohl nicht denkbar, dass die Elementarstoffe der in der Asche der Gewächse sich befindenden unorganischen Substanzen, durch die Vegetationskraft der Pflanzen erzeugt würden, da Organismen wohl chemische Verbindungen der Elementarstoffe umwandeln, sicher aber nicht erzeugen können.

Diese Betrachtungen führten mich zu dem Schlusse: Gewiss werden die unorganischen Stoffe im aufgelösten Zustande von den Gewächsen aufgenommen, und entweder unverändert in den festen Theilen derselben abgelagert, oder durch die Vegetationskraft und die vegetabilischen Säuren in neue Verbindungen gebracht, und dabei zugleich vorherige organische Stoffe mit umgeändert.

Auch schien sich mir die Sicherheit dieses Schlusses bei fast funfzigjähriger Pflanzenkultur völlig zu bestätigen, obgleich Manches, was mir jetzt leicht erklärlich ist, damals noch unerklärlich schien.

Durch die genauern und scharfsinnigen Arbeiten von Th. Saussure[1]), John[2]), Lessaigne[3]), Jablonsky[4]), Daubeny[5]) und Meyen[6]), vorzüglich aber durch die Analysen und vergleichenden Versuche Carl Sprengels und später Lampadius[7]), gewann ich die feste Ueberzeugung, dass die Pflanzen die unorganischen Bestandtheile, welche in ihrer Asche gefunden werden, aus dem Boden, zum Theil auch aus der Atmosphäre und

---

[1]) Chemische Untersuchungen über die Vegetation von Th. Saussure aus dem Französischen von Voigt 1805. S. 228.

[2]) John, über die Ernährung der Pflanzen. Berlin 1819.

[3]) Lessaigne, Observations sur la germination de grains dans le soufre. Journ. de Pharmacie Tom VII. Pag. 509.

[4]) Jablonsky, Beitrag zur Lösung der Frage, ob durch den Vegetationsprocess chemisch unzerlegbare Stoffe gebildet werden. Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte 1836.

[5]) Froriep's Notizen von 1835 Aug. S. 192 etc.

[6]) Meyen's neues System der Pflanzenphysiologie 2ter Band. Berlin 1838. S. 120 — 142.

[7]) Lampadius, die Lehre von den mineralischen Düngungsmitteln etc. Leipzig 1833.

dem Regen- und Schneewasser, also von Aufsen aufnehmen, und dass jede Pflanze eine bestimmte, wenn schon nicht gleiche Menge und Mischung gewisser unorganischer Bestandtheile, zu ihrer völligen Ausbildung bedürfe.

Im Besitze fast aller über diesen Gegenstand erschienenen, sich oft vollkommen widersprechenden Schriften, las ich dieselben abermals aufmerksam durch, und glaubte zu bemerken, dass die älteren Schriftsteller zum Theil nicht mit der gehörigen Genauigkeit und Berücksichtigung der einflussreichen Umstände gearbeitet, gröfstentheils aber es nicht beachtet haben, dass sich in der Asche der Samen der Pflanzen dieselben unorganischen Elemente befinden, die in der Asche der Pflanzen gefunden werden, und, dass diese in den Kotyledonen aufgespeicherte Reservenahrung es ist, welche das Wachsthum der Pflanzen in einer ihrer Natur nicht angemessenen Unterlage, z. B. reinen Sand, Baumwolle, Schroot, Baryt, Schwefelblumen und dergleichen, oder auch im destillirten Wasser, bis zu einem gewissen Zeitpunkte befördert. Unbegreiflich ist es mir, wie der verewigte Schrader in Berlin, da er doch die Getreidesamen, dem damaligen Stande der Wissenschaft gemäfs, so genau analysirt hat [1]), nicht auf den ihm so nahe liegenden Gedanken gerathen ist, die in den Samen vorgefundenen organischen und unorganischen Stoffe, als eine in dieselben gelegte Reservenahrung zu betrachten.

Bei den Arbeiten neuerer Naturforscher vermisste ich geeignete vergleichende Versuche in einem künstlich aus verschiedenen Erden, Salzen und sogenannten humussauren Verbindungen bereiteten Boden, durch welche es sich bald ausgewiesen haben würde, dass die Pflanzen allerdings unorganische Substanzen, insofern sie in Wasser löslich sind, aus dem Boden aufnehmen, und dieselben wirklich zu ihrer völligen Ausbildung bedürfen.

Ich entschloss mich daher, auf das Versprechen meines Freundes, des Herrn Administrator Polstorff, eines

---

[1]) Zwei Preisschriften über die Beschaffenheit und Erzeugung der erdigen Bestandtheile von Getreidearten. Berlin 1800.

vorzüglichen und genauen Analytikers, die Asche der von mir erzogenen Pflanzen analysiren, und überhaupt alle vorfallende Analysen machen zu wollen (wozu ich mich meines hohen Alters wegen nicht mehr fähig fühle), gestützt, einige vergleichende Versuche mit der mir möglichsten Genauigkeit anzustellen, und wählte zu diesem Zwecke ökonomische Gewächse, deren Gehalt an unorganischen Bestandtheilen mir aus Sprengel's Analysen derselben bekannt war.

Aus mehreren triftigen Gründen, vorzüglich aber, um die vergleichenden Versuche mit künstlichem Ackerboden genauer anstellen zu können, wählte ich so viel als möglich chemisch reinen Quarzsand zu meinen sämmtlichen Versuchen.

Wir glühten deshalb den in hiesiger Gegend, bei Königslutter vorkommenden, sehr weifsen und reinen Quarzsand, zur völligen Zerstörung alles Organischen, bis zum Rothglühen; dann wurde derselbe zweimal mit einer hinlänglichen Menge verdünnter Salpeter-Salzsäure übergossen, die Masse stark umgerührt, und 16 Stunden lang warm digerirt, wodurch Kalkerde, etwas Eisenoxyd und Thonerde aufgelöset wurden. Nach dieser Operation wurde derselbe mit kochendem, destillirtem Wasser so lange ausgesüfst, bis durch die geeigneten Reagentien keine Spur von Säure oder salzsaurem Kalke, noch zu bemerken war.

Mit der Hälfte dieses gereinigten Quarzsandes wurden nun 6 grofse Blumentöpfe, 8 Zoll im Durchmesser haltend, angefüllt, und gehörig mit doppelt destillirtem, ammoniakfreiem Wasser befeuchtet.

Mit der andern Hälfte des Sandes mengte ich nach Verhältniss des Gewichtes desselben diejenigen organischen und unorganischen Substanzen, welche Carl Sprengel als Bestandtheile eines fruchtbaren Ackerbodens, in 1000 Gewichtstheilen desselben gefunden hatte, wobei ich aber durch einen früher misslungenen Versuch gewitziget, die von Sprengel angegebene Humussäure nicht als solche, sondern mit denen nach ihrer Capazität verbundenen Basen vereinigt, zusetzte, und zwar in folgenden Verhältnissen:

1) Reinen Quarzsand	861,26
2) Schwefelsaures Kali	0,34
3) Trockenes Kochsalz	0,13
4) Gebrannten Gips	1,25
5) Geschlämmte Kreide	10,00
6) Kohlensaure Magnesia	5,00
7) Manganoxyd[1])	2,50
8) Eisenoxyd[2])	10,00
9) Alaunerde aus Alaun gefällt	15,00
10) Phosphorsauren Kalk[3])	15,60
11) Humussaures Kali[4])	3,41
12) Humussaures Natron	2,22
13) Humussaures Ammoniak	10,29
14) Humussauren Kalk[5])	3,07
15) Humussaure Talkerde	1,97
16) Humussaures Eisenoxyd	3,32
17) Humussaure Alaunerde	4,64
18) Unlöslichen Humus (Humuskohle)[6]) . .	50,00
	1000,00

Mit dem beschriebenen Gemenge füllte ich ebenfalls 6 Töpfe von der oben erwähnten Gröfse und Gehalte an.

---

[1]) Durch Glühen von salpetersaurem Manganoxydul bereitet.

[2]) Durch Fällung der wässrigen Auflösung von salzsaurem Eisen bereitet.

[3]) Aus Knochenasche in Salzsäure gelöset, und mit Aetzammoniak gefällt, bereitet.

[4]) Wurde dargestellt, indem Humussäurehydrat im Ueberschusse mit Kali und Wasser digerirt, filtrirt, und im Wasserbade abgedampft wurde. Humussaures Natrum und humussaures Ammoniak wurden auf dieselbe Weise bereitet.

[5]) Humussaurer Kalk wurde durch Zersetzung humussauren Ammoniaks vermittelst salzsauren Kalkes; so wie humussaure Talkerde, durch Zersetzung des humussauren Ammoniaks, mittelst schwefelsaurer Bittererde; humussaures Eisenoxyd, durch Zersetzung des humussauren Ammoniaks, vermittelst schwefelsauren Eisenoxyds, und humussaure Alaunerde durch Zersetzung des humussauren Ammoniaks, vermittelst einer Lösung von Kalialaun bereitet. Die Humussäure zu sämmtlichen Präparaten war auf die bekannte Weise aus Torf bereitet.

[6]) Dieser wurde durch anhaltendes Kochen der Humussäure mit Wasser dargestellt. (Anmerkung) Sprengel hat in der Note S. 471 seiner Bodenkunde eigentlich bemerkt, dass er unter dem bei seinen Analysen der Ackererde gebrauchten Worte: „Humus“, die noch nicht in vollkommene Verwesung übergegangenen Thier- und Pflanzenreste verstehe, da ich aber den animalischen Bestandtheil desselben durch den von Sprengel nicht angegebenen humussauren Ammoniak ersetzt zu haben glaubte, hielt ich es für zweckmäfsig, als vegetabilischen Bestandtheil das Humin (Humuskohle) anzuwenden.

Am 21. April 1839 besäete ich fünf mit dem reinen Sande, und fünf mit der künstlichen Ackererde gefüllte Töpfe, je zwei verschiedenen Inhaltes, mit 3 Grammen Wicken, eben so viel Buchweizen, Hafer, Gerste und Klee (Trifolium pratense), so wie am 10. Mai die beiden übrigen Töpfe verschiedenen Inhaltes, mit etwas Tabacksamen.

Bei dem Mangel eines Glashauses war es mir nicht möglich, sämmtliche, mit dem reinen Sande gefüllte und besäete Töpfe durch Glasfenster vollkommen gegen den atmosphärischen Luftstaub zu schützen, und ich vermochte nur drei derselben, den mit Taback, den mit Wicken, und den mit Gerste besäeten Topf, an einen, der Morgensonne bis Mittag ausgesetzten Ort, zwischen zwei Glasfenster zu stellen. Die übrigen wurden mit feiner Gaze bedeckt an dem Ende meines Gartens, wo kein mechanisch erregter Staub zu befürchten war, unter einem Schuppen, wo sie die Morgensonne bis zun Mittage genossen, und durchaus gegen Regen geschützt waren, aufgestellt, und wenn es erforderlich war, des Abends mit doppelt destillirtem Wasser, von welchem die zuerst abgezogenen Portionen weggegossen waren, also ammoniakfreiem Wasser, begossen.

Am 5. Mai waren in sämmtlichen Töpfen, sowohl in den mit Sand, als in den mit der künstlichen Ackererde gefüllten, auf dem Garten sowohl, als auch in den zwischen den Glasfenstern stehenden Töpfen, Wicken, Klee, Gersten und Hafer, und am 8. Mai auch der Buchweizen aufgelaufen.

In den ersten 8 bis 10 Tagen ihres Wachsthums verhielten sich alle aufgelaufenen Pflanzen vollkommen gleich, dann aber zeigte es sich, dass die in künstlicher Ackererde schneller und kräftiger wuchsen, und 8 Tage später, dass die Blätter derselben dunkelgrüner, als die der in dem Sande wachsenden gefärbt, auch deren heranwachsende Stengel und Halme stärker und steifer waren.

Am 20. Mai lief der in künstliche Ackererde gesäete Taback, und am 2. Junius erst der in Sand gesäete auf, und beide zeigten bis zur Entwickelung des 4. Blattes verhältnissmäfsig gleich freudiges Wachsthum.

Seit Mitte des Junius zeigte sich aber das Wachs-

thum der Pflanzen in den verschiedenen Bodenarten so verschieden, dass ich von dieser Zeit an, das Verhältniss des Wachsthums und der Entwickelung jeder einzelnen Pflanzenspecies in jeder Bodenart besonders beschreiben muss.

I. Vicia sativa hinter dem Glasfenster.

A. In reinem Sande.

Diese erreichte bis zum 4. Julius eine Höhe von 10 Zoll, und schien einzeln blühen zu wollen. Am 6. und 7. Julius entfalteten sich einzelne Blüthen, welche auch am 11. schon sehr kleine Schooten angesetzt hatten, die aber keine Samen enthielten, und am 15. schon verwelkt waren. Ich zog nun sämmtliche Pflanzen, die unten schon gelbe Blätter zeigten, mit den Wurzeln aus dem Sande, wusch die Wurzeln mit destillirtem Wasser sorgfältig ab, trocknete und äscherte sie, nach dem später bei den Analysen der Asche zu beschreibenden Verfahren, ein.

B. In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zur Mitte des Junius eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ Fufs, so dass sie mit Reisig gestützt werden musste, blühte am 16. Junius und in der Folge üppig, worauf sie vom 26. Junius an viele gesunde Schooten ansetzte, welche am 8. August schon reife und keimfähige Samen enthielten. Sämmtliche Pflanzen wurden nun, da sie unterhalb zu welken begannen, mit ihren Wurzeln aus dem Boden genommen, gewaschen, getrocknet, und wie die vorigen verbrannt und eingeäschert.

II. Hordeum vulgare hinter dem Glasfenster.

A. In reinem Sande.

Die Gerste hatte bis zum 30. Junius, da sie unvollkommen blühte, eine Höhe von fast $1\frac{1}{4}$ Fufs erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Julius wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter gelb, weshalb ich am ersten August sämmtliche Halme

aus dem Boden zog, und sie wie die Wickenpflanzen behandelte.

B. In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zum 25. Junius, da sie vollkommen blühte, die Höhe von 2¼ Fufs, setzte gut an, und lieferte am 10. August reifen und vollkommenen Samen, worauf die Halme sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen, und wie oben behandelt wurden.

III. Avena sativa.

A. In reinem Sande.

Der Hafer hatte bis zum 30. Junius, da derselbe sehr unvollkommen blühte, die Höhe von fast 1½ Fufs erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Julius wurden die Spelzen und die Spitzen der Blätter, wie bei der Gerste gelb, weshalb ich die Halme ebenfalls am 1. August aus dem Boden zog, und sie wie oben behandelte.

B. In künstlicher Ackererde.

Der Hafer erreichte bis zum 28. Junius, da er vollkommen blühte, die Höhe von 2½ Fufs, setzte gut an und lieferte am 16. August reifen und vollständig körnigen Samen, worauf die Halme mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen, und wie oben behandelt wurden.

IV. Polygonum Fagopyrum.

A. In reinem Sande.

Der am 8. Mai aufgelaufene Buchweizen schien von allen in reinen Sand gesäeten Gewächsen am besten zu gedeihen, er erreichte zu Ende des Monats Junius eine Höhe von 1½ Fufs, und verästelte sich bedeutend. Am 28. Junius fing er an zu blühen, blühte bis zum September, doch ohne Früchte anzusetzen, und würde sicher noch länger fortgeblüht haben, wenn ich ihn nicht

am 4. September, weil er gar zu viele Blätter verlor, aus dem Sande gezogen, und wie oben behandelt hätte.

B. In künstlicher Ackererde.

Der Buchweizen in diesem Boden wuchs sehr schnell, erreichte die Höhe von 2½ Fufs, verästelte sich so stark, dass er mit einem Stocke gestützt werden musste, fing schon am 15. Junius an zu blühen, und setzte vollkommene Samen an, die gröfstentheils am 12. August schon gereift waren. Am 4. September wurde derselbe, zum Theil noch blühend und mit unreifen Früchten, weil er unten zu viel Blüthen verlor, sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen, und wie oben behandelt.

V. Nicotiana Tabacum.

A. In reinem Sande hinter dem Glasfenster.

Der am 10. Mai gesäete Taback lief erst am 2. Junius auf, entwickelte sich aber ganz normal. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter erhalten hatten, zog ich die überflüssigen heraus und liefs nur die fünf kräftigsten davon stehen, diese wuchsen sehr langsam bis zum Eintritte des Frostes im October fort, erhielten aber nicht mehr als 4 Blätter, und erreichten nur die Höhe von 5 Zoll, ohne einen Stengel zu bilden. Sie wurden am 21. October mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen, und wie oben behandelt.

B. In künstlicher Ackererde.

Dieser auch am 10. Mai gesäete Taback lief schon am 22. Mai auf und wuchs kräftig. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter bekommen hatten, zog ich die überflüssigen aus, und liefs nur 3 der kräftigsten stehen. Diese wuchsen freudig in die Höhe, bekamen über 3 Fufs hohe Stengel und viele Blätter, fingen am 25. Julius an zu blühen, setzten am 10. August schon Samen an, und lieferten den 8. September einzelne reife Samenkapseln mit vollkommenen Samen. Am 21. October wur-

den auch diese Pflanzen aus dem Boden gezogen, und wie oben behandelt.

VI. Trifolium pratense.

A. In reinem Sande.

Der am 5. Mai aufgelaufene Klee wuchs im Anfange ziemlich freudig, hatte aber bis zum 15. October nur eine Höhe von $3^1/_2$ Zoll erreicht, als seine Blätter plötzlich braun wurden, weshalb ich ihn aus dem Boden zog, und wie oben behandelte.

B. In künstlicher Ackererde.

Dieser hatte am 15. October die Höhe von 10 Zoll erreicht, war dunkelgrün und buschig, als ich ihn, mit dem vorigen zu vergleichen, aus dem Boden mit den Wurzeln zog, und ihn wie oben behandelte.

Anmerkung.

Da es mir bekannt ist, dass bei vollkommen ausgebildeten Pflanzen das Verhältniss der unorganischen Bestandtheile in den verschiedenen Theilen der Pflanzen ein sehr verschiedenes ist, so, dass z. B. die Halme eines reifen Getreides mehr Kieselerde als die Samen, diese mehr phosphorsaure Talkerde-Ammoniak etc. als die Halme enthalten, habe ich, um nicht zu falschen Resultaten zu gelangen, sämmtliche Versuchspflanzen mit den Wurzeln, und wo Blüthen, Früchte und Samen waren, mit denselben verbrannt. Da durch die Samen jedesmal eine Quantität unorganischer Stoffe in den Boden gebracht wurde, so schien es uns durchaus nothwendig, die Gewichtsmenge derselben in den verschiedenen Samen kennen zu lernen, welche wir der Vegetation übergeben hatten, denn nur auf diese Weise war es möglich eine genaue Controle über die unorganischen Stoffe zu führen.

Bevor wir aber die Resultate der Analysen von den Aschen der Pflanzen mittheilen, halten wir es für nothwendig voranzuschicken welcher Methode wir uns dabei bedient haben, um:

1) eine von Kohle vollkommen reine Asche zu erhalten, und
2) den Gang anzugeben, welchen wir bei der Analyse der Asche selbst befolgten.

I. Einäscherung der Pflanzen.

Die vollkommene Verkohlung sämmtlicher Pflanzen wurde in einem bedeckten Porzellantiegel, die weitere Verbrennung der Kohle aber in einem offenen Platintiegel, vermittelst einer Berzelius'schen Glühlampe vorgenommen. Die letzteren Antheile von Kohle, welche auf diese Weise nicht mehr fortgeschafft werden konnten, wurden entfernt, indem diese noch viel Kohle enthaltende Asche in eine Glasröhre von schwer schmelzbarem Glase, wie man solche bei Elementaranalysen benutzt, gebracht wurde, dann über die zum Glühen erhitzte Asche, so lange Sauerstoff, der aus einem mit der Verbrennungsröhre verbundenen Gasometer ausströmte, geleitet, bis alle Kohle vollständig verbrannt worden war. Die Kohle brannte auf diese Weise sehr leicht und vollständig weg; auch haben wir nie bemerkt, dass bei dieser Temperatur Asche und Glas auf einander eingewirkt hätten, denn nachdem die Asche mit destillirtem Wasser aus der Verbrennungsröhre fortgespült war, erschien dieselbe wie unbenutzt. Die Totalsumme des Gewichtes der Asche ergab sich durch Wägung der Verbrennungsröhre vor und nach der Verbrennung.

II. Gang der Analyse.

Was die Aschenanalysen selbst anbelangt, so haben wir überall die Bestandtheile der Aschen durch nach einander folgende Einwirkung von destillirtem Wasser und Salzsäure in drei Gruppen gebracht, nämlich:

a) in Wasser lösliche Substanzen,
b) in Salzsäure lösliche Substanzen,
c) in den Rückstand.

In der Gruppe *a* erhielten wir die Alkalien und die

damit verbundenen Säuren, und bestimmten durch Wägung des Rückstandes der verdampften Flüssigkeit nach dem Glühen desselben, die Totalsummen der darin enthaltenen Salze; weiterhin wurden dieselben nur einer qualitativen Analyse unterworfen.

Ein Aufbrausen, durch Zusatz von Salpetersäure hervorgerufen, zeigte uns das Vorhandensein von Kohlensäure an.

Durch Verdampfung der mit Salpetersäure angesäuerten Flüssigkeit zur Trockene, und abermalige Auflösung in destillirtem Wasser, wurde durch einen unauflöslichen Rückstand Kieselerde nachgewiesen.

Chlorbarium in die mit Salpetersäure angesäuerte Auflösung gebracht, zeigte uns durch Entstehung eines weifsen, in Wasser und Säure unauflöslichen Niederschlages, Schwefelsäure, und ein weifser, in Salpetersäure unlöslicher, wohl aber in Aetzammoniak löslicher Niederschlag, durch salpetersaures Silberoxyd hervorgebracht, die Gegenwart von Chlor an.

Die Alkalien bestimmten wir auf die Weise, dass nachdem dieselben in schwefelsaure Salze verwandelt worden waren, die wässerige Auflösung derselben mit überchlorsaurem Baryt zersetzt, das Filtrat zur Trockniss verdampft, und das überchlorsaure Kali durch Alkohol abgeschieden wurde. Ein in Alkohol unlöslicher Rückstand gab Kali an.

Die alkoholische Flüssigkeit wurde abgedampft, der Rückstand in destillirtem Wasser gelöst, der überflüssig zugesetzte Baryt durch Schwefelsäure entfernt, filtrirt, abermals abgedampft, und so das etwa vorhandene Natron nachgewiesen.

Gruppe *b* enthielt die Salze der alkalischen Erden, der Erden und der Metalloxyde. Der in Wasser unlösliche Rückstand wurde mit Salzsäure behandelt, zur Trockniss verdampft, mit salzsaurem Wasser digerirt und durch eine Filtration die vorhandene unlösliche Kieselerde abgeschieden.

Das Totalgewicht der in Salzsäure löslichen Substanzen ergab sich alsdann nach Abzug der Gewichtsmenge von *a* und *c*.

Die Trennung der Bestandtheile dieser Gruppe geschah auf folgende Weise:

Durch Ammoniak wurde die salzsaure Auflösung derselben zerlegt:

α) in nicht fällbare, und

β) in fällbare Substanzen.

In α) wurde durch oxalsaures Ammoniak Kalk, und in der davon abfiltrirten Flüssigkeit durch phosphorsaures Natron, Magnesia nachgewiesen; beide waren in der Asche als kohlensaure Salze enthalten.

Durch Essigsäure wurde β zerlegt:

αα) in Essigsäure lösliche und

ββ) in Essigsäure unlösliche Substanzen.

αα) enthielt die phosphorsauren alkalischen Erden. Die abfiltrirte essigsaure Auflösung wurde mit so viel Ammoniak versetzt; dass kein bleibender Niederschlag entstand, dann mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd versetzt; ein eigelber Niederschlag bestätigte uns die Anwesenheit der Phosphorsäure. Ein weifser Niederschlag durch oxalsaures Ammoniak hervorgebracht, liefs Kalk vermuthen, und in der davon abfiltrirten Flüssigkeit erkannten wir Magnesia an dem weifsen kristallinischen Niederschlage, der auf Zusatz von Ammoniak entstand.

ββ) enthaltend phosphorsaure Thonerde, Eisen- und Manganoxyd, wurde mit Aetzkaliflüssigkeit gekocht, das Filtrat mit Salmiak versetzt, und durch einen etwa entstehenden weifsen Niederschlag Thonerde nachgewiesen. Der nach der Einwirkung von Aetzkali gebliebene Rückstand wurde eines Theils mit Phosphorsalz vor dem Löthrohre auf Manganoxyd, anderen Theils in Salzsäure gelöst, und mittelst Kaliumeisencyanür auf Eisen geprüft.

c) Der nach der Einwirkung von Wasser und Salzsäure auf die Asche gebliebene Rückstand war Kieselerde, deren Gewicht nach dem Glühen bestimmt wurde.

I. Aschenanalyse von Vicia sativa.

1) Der Samen derselben.

100 Grammen gaben 2,567 Gr. Asche, welche enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	1,562	Kali, Natron, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Kieselerde	(Spuren)
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,563	Kalk, Magnesia, Eisenoyd, Manganoxyd, Thonerde, Kohlensäure, Phosphorsäure	Spuren
c) Rückstand . . .	0,442	Kieselerde	
Summa	2,567		

2) Der in reinem Sande gewachsenen Pflanzen.

15 Grammen bei 25 — 30° C. getrocknete Substanz betrug die ganze Erndte, und gab durch Verbrennung einen Aschengehalt von 1,026 = 6,77 Proc., welche bestand aus:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,516	Kali, Natron, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Kieselerde	Spuren
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,375	Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Manganoxyd, Thonerde, Phosphorsäure, Kohlensäure	Spuren
c) Rückstand . . .	0,135	Kieselerde	
Summa	1,026		

davon gehen ab . . . . 0,077 welche durch 3 Grammen Einsaat hinein gebracht worden sind,

bleiben also . . . . . 0,949 = 6,32 Proc. für die Gewichtszunahme der unorganischen Substanzen, während des Verlaufs der Vegetationsperiode.

3) Der Pflanzen, welche in dem künstlichen Boden vegetirt haben.

15 Grammen bei 25 — 30° C. getrocknet, gaben 1,834 Asche = 12,22 Proc., welche bestand, aus:

a) in Wasser löslichen Substanzen . . .	0,693	Kali, Natron, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor	
b) in Salzsäure löslichen Substanzen . . .	0,821	Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Manganoxyd, Thonerde, Kohlensäure, Phosphorsäure	Spuren
c) Rückstand . . .	0,320	Kieselerde	
Summa	1,834		

davon gehen ab für Einsaat 0,077

bleiben . . . . . 1,757 = 11,71 Proc.

Gewichtsverhältniss der organischen Substanzen bei 25—30° C. getrocknet:

	im Sande		im künstlichen Boden
	10	:	25
der unorganischen Substanzen	9	:	17

II. Aschenanalyse von Hordeum vulgare.

1) Der Samen desselben.

100 Grammen gaben 2,432 Grammen Asche, enthaltend:

a) an in Wasser löslichen Substanzen . . .	0,746	Kali, Natron, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Kieselerde
b) an in Salzsäure löslichen Substanzen . . .	0,563	Kalk, Magnesia, Kohlensäure, Phosphorsäure, Alaunerde
c) Rückstand . . .	1,123	Kieselerde
Summa	2,432	

2) Der im Sande gezogenen Pflanzen.

12,5 Grammen bei 25 — 30° C. getrocknete Substanz gab nach der Verbrennung Asche 0,673 = 5,38 Proc., welche enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,123	Kali, Kohlensäure, Kieselerde, Schwefelsäure, Chlor (Spuren)
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,195	Kalk, Magnesia, Kohlensäure, Alaunerde, Phosphorsäure (Spuren)
c) Rückstand . . .	0,355	Kieselerde
Summa	0,673	
davon ab für Einsaat . .	0,073	
bleibt für Gewichtszunahme der unorganischen Substanzen	0,600 = 4,8 Proc.	

3) Der im künstlichen Boden gewachsenen Pflanzen.

12,5 Grammen gaben 0,880 Asche, welche enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,167	Kali (Natron), Kohlensäure, Kieselerde, Schwefelsäure, Chlor
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,226	Kalk, Magnesia, Kohlensäure, Phosphorsäure, Alaunerde
c) Rückstand . . .	0,487	Kieselerde
Summa	0,880	
davon ab für Einsaat . .	0,073	
bleiben an Gewichtszunahme der unorganischen Substanzen	0,807 = 6,4 Proc.	

Das Verhältniss der organischen Substanzen war:

	im Sande		im künstlichen Boden
	10	:	28
der anorganischen Theile . . .	6	:	8

III. Aschenanalyse der Avena sativa.

1) Der Samen derselben.

100 Grammen gaben Asche 2,864, diese enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,465	Kali, Natron, Kieselerde, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor (Spuren)
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,277	Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Alaunerde, Kohlensäure, Phosphorsäure
c) Rückstand . . .	2,122	Kieselerde
Summa	2,864	

2) Der im Sande gewachsenen Pflanzen.

13 Grammen bei 25 — 30° C. getrocknet, gaben Asche 0,594 = 4,56 Proc., diese enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,216	Kali Kieselerde Kohlensäure Schwefelsäure Chlor	Spuren
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,024	Kalk Kohlensäure.	
c) Rückstand . . .	0,354	Kieselerde	
Summa	0,594		
ab für die Einsaat . . .	0,086		
bleiben Ueberschuss an unorganischen Substanzen .	0,508 = 3,9 Proc.		

3) Der im künstlichen Boden gewachsenen Pflanzen.

13 Grammen gaben 0,746 = 5,73 Proc. Asche, welche enthielt:

a) an in Wasser löslichen Substanzen . . .	0,255	Kali (Natron) Kieselerde Kohlensäure Schwefelsäure Chlor
b) an in Salzsäure löslichen Substanzen . . .	0,030	kohlensauren Kalk
c) Rückstand . . .	0,461	Kieselerde
Summa	0,746	
davon ab für die Einsaat .	0,086	
bleibt Ueberschuss an anorganischen Substanzen . .	0,660 = 5,07 Proc.	

Das Verhältniss der organischen Substanzen war:

	im Sande		im künstlichen Boden
der unorganischen Substanzen .	10 50	: :	26 66

IV. Aschenanalyse des Polygonum Fagopyrum.

1) Der Samen desselben.

100 Grammen desselben gaben 1,522 Asche, diese enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,823	Kali, Natron, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,547	Kalk, Magnesia, Thonerde, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Kohlensäure
c) Rückstand . . .	0,152	Kieselerde
Summa	1,522	

2) Der im Sande gewachsenen Pflanzen.

12 Grammen bei 25 — 30° C. getrocknet, gaben einen Aschengehalt von 0,255 = 2 Proc., diese enthielt:

a) an in Wasser löslichen Substanzen . . .	0,086	Kali, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Kalk — Spuren
b) in Salzsäure löslichen Substanzen . . .	0,094	Magnesia, Kohlensäure, Phosphorsäure, Alaunerde — Spuren
c) Rückstand . . .	0,075	Kieselerde
Summa	0,255	
davon ab für die Einsaat .	0,045	
bleibt Ueberschuss unorganischer Substanzen . .	0,210 = 1,6 Proc.	

3) Der im künstlichen Boden gewachsenen Pflanzen.

12,7 Grammen gaben 0,507 Asche, diese enthielt an:

a) in Wasser löslichen Substanzen . . .	0,148	Kali, Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor	
b) in Salzsäure löslichen Substanzen . . .	0,226	Kalk, Magnesia, Kohlensäure	
		Phosphorsäure, Alaunerde, Manganoxyd	Spuren
c) Rückstand . . .	0,133	Kieselerde	
Summa	0,507		
davon ab für die Einsaat .	0,045		
bleibt Ueberschuss unorganischer Substanzen . .	0,462 = 3,63 Proc.		

Gewichtsverhältniss der organischen Substanzen war:

	im Sande		im künstlichen Boden
	10	:	13
der unorganischen Substanzen . .	21	:	46

V. Aschenanalyse von Nicotiana Tabacum.

1) Die der Samen war nicht nöthig, weil durch die Aussaat gleich Null in den Boden gebracht ward.

2) Der im Sande gezogenen Pflanzen.

Die fünf bei 25 — 30° C. getrockneten Pflanzen hatten ein Gewicht von 4 Grammen, welche verbrannt einen Aschengehalt von 0,506 = 12,6 Proc. gaben, diese enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,223	Kali, Kohlensäure, Kieselerde	
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,252	Kalk, Magnesia, Kohlensäure	
c) Rückstand . . .	0,031	Kieselerde	
Summa	0,506		

3) Im künstlichen Boden gewachsene Pflanzen.

Diese drei bei 25 — 30° C. getrockneten Pflanzen hatten ein Gewicht von 21,5 Grammen, welche verbrannt 3,923 = 18,2 Proc. Asche gaben, diese enthielt:

a) an in Wasser löslichen Substanzen . . .	1,146	Kali u. wenig Kalk Kohlensäure Schwefelsäure Chlor	
b) in Salzsäure löslichen Substanzen . . .	2,228	Kalk Magnesia Kohlensäure Phosphorsäure Eisenoxyd Alaunerde Manganoxyd	Spuren
c) Rückstand . . .	0,549	Kieselerde	
Summa	3,923		

Gewichtsverhältniss der organischen Substanzen war:

	im Sande		im künstlichen Boden
	10	:	53
der unorganischen Substanzen . .	50	:	73

VI. Aschenanalyse von Trifolium pratense.

1) Der Samen desselben.

100 Gr. derselben lieferten 4,687 Asche, welche enthielt:

a) an in Wasser löslichen Substanzen . . .	1,218	Kali u. Natron Kohlensäure Schwefelsäure Chlor
b) in Salzsäure löslichen Substanzen . . .	3,187	Kalk Magnesia Kohlensäure Phosphorsäure Alaunerde Eisenoxyd Manganoxyd
c) Rückstand . . .	0,282	Kieselerde
Summa	4,687	

2) Der im Sande gezogenen Pflanzen.

14,5 Grammen bei 25 — 30° C. getrockneten Pflanzen gaben 0,963 = 6,78 Proc. Asche, diese enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,522	Kali u. Natron	
		Kohlensäure	
		Schwefelsäure	Spuren
		Chlor	
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,350	Kalk	
		Magnesia	
		Kohlensäure	
		Phosphorsäure	
		Thonerde	Spuren
		Eisenoxyd	
c) Rückstand . . .	0,091	Kieselerde	
Summa	0,963		
ab für Betrag der Einsaat .	0,139		
bleibt Ueberschuss unorganischer Substanzen . .	0,824 = 5,67 Proc.		

3) Der im künstlichen Boden gezogenen Pflanzen.

14,5 Grammen gaben 1,684 Asche = 11,6 Proc., diese enthielt:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,659	Kali	
		Natron	
		Kohlensäure	
		Schwefelsäure	
		Chlor	
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,943	Kalk	
		Magnesia	
		Kohlensäure	
		Phosphorsäure	
		Alaunerde	
		Eisenoxyd	Spuren
		Manganoxyd	
c) Rückstand . . .	0,082	Kieselerde	
Summa	1,684		

ab für Betrag der Einsaat.	0,139
bleibt Ueberschuss . . .	1,545

Gewichtsverhältniss der organischen Substanzen war:

	im Sande		im künstlichen Boden
	10	:	22
der unorganischen Substanzen . .	8	:	15

Wie grofs die Schwierigkeiten sind, sich eine gröfsere Menge einer Substanz zu verschaffen, von der man sagen könnte, sie sei chemisch rein, und verhalte sich indifferent auf das Pflanzenleben, ist zu bekannt, als dass wir nöthig hätten, solches durch Anführung von Beispielen zu erläutern.

Mit dem von uns zu den Versuchen angewandten reinen Sande, befinden wir uns aber in eben der unangenehmen Lage, denn da aller in der Natur vorkommende Sand das Resultat der Zersetzung quarziger Gesteine ist, so wird solcher stets mehr oder weniger unzersetzte Kieselverbindungen mit sich führen, und durch die Behandlung mit Salpetersalzsäure werden daraus nur die in Freiheit gesetzten Oxyde, die beigemengten kohlensauren Verbindungen u. s. w. entfernt, während alle solche Silikate, die der Einwirkung von Salpetersalzsäure widerstehen, oder doch unvollkommen durch dieselbe zersetzt werden, wie z. B. der so sehr in den Gesteinen verbreitete Feldspath, Glimmer u. s. w., damit vermengt bleiben.

Unter unserm sogenannten reinen Sande ist also keine reine Kieselerde zu verstehen, sondern Quarzsand, noch gemengt mit solchen Silikaten, welche durch Salpetersalzsäure nicht zersetzt werden, deren Quantität, wie nachfolgende Analyse zeigt, freilich nicht sehr bedeutend, aber doch hinlänglich gewesen ist, den Ueberschuss von unorganischen Substanzen, der sich bei den ersteren Versuchen ergeben hat, und eine stärkere Vegetation, als bei der Kresse in den späteren Versuchen, zu veranlassen. Deutlich scheint dieses aus der Analyse der Nicotiana, welche wir wohl die lehrreichste aller unserer Analysen nennen möchten, hervorzugehen, da der Gehalt der Asche derselben nur diejenigen Substanzen betraf, welche in dem Sande

vorhanden waren. Durch die gänzliche Abwesenheit der Schwefel- und Phosphorsäure und des Chlors, in dem erwähnten Versuche, so wie die aufgefundenen Spuren dieser Substanzen in den übrigen Versuchen überhaupt, welche hiebei einzig und allein durch die Aussaat hineingekommen sind, scheint es hinlänglich erwiesen zu sein, dass die Pflanzen nur solche unorganische Substanzen enthalten, die denselben von Aufsen dargeboten werden; und ferner, dass, wenn solche unorganische Substanzen, die zu ihrer Constitution gehören, nicht in hinreichender Menge vorhanden sind, oder mit anderen Worten gesagt, wenn sie an den Processen, die während der Vegetation vorgehen, keinen hinreichenden Antheil mehr nehmen können, die Vegetation gestört wird, und die Pflanzen von diesem Punkte an, den Gesetzen der anorganischen Natur anheimfallen.

Dass unsere im Sande gezogenen Pflanzen keine, oder doch nur unvollkommene Früchte angesetzt haben, ist wohl aus dem Mangel an stickstoffhaltiger Materie, Schwefel- und Phosphorsäure, nebst Chlor, zu erklären, weil diese bei dem Fruchtbildungsprocesse eine bedeutende Rolle zu spielen scheinen.

Durch die erwähnten Wahrnehmungen, und den Wunsch der Herren Preisrichter bewogen, beschlossen wir den von uns zu den Versuchen angewandten Sand genau, wie folgt, zu analysiren.

1) Quantitative Bestimmung der Kieselerde

0,5 Grammen geschlämmter und geglühter Sand wurden mit 2,0 Grammen kohlensauren Natron geschmolzen, die zusammengeflossene Masse in Wasser aufgeweicht, mit Salzsäure übersättiget, und zur staubigen Trockene verdampft. Der erhaltene Rückstand mit Salzsäure benetzt, und nachdem dieselbe einige Zeit hindurch eingewirkt hatte, wurde das Ganze mit destillirtem Wasser übergossen. Nachdem die Salzsäure, unterstützt durch gelinde Erwärmung, hinreichend eingewirkt hatte, wurde die erhaltene Kieselerde auf einem Filter gesammelt, mit destillirtem Wasser so lange ausgesüfst, bis salpetersaures Silber keine Reaction hervorbrachte, worauf dieselbe ge-

trocknet und geglühet wurde. Die erhaltene Kieselerde wog . . . . I. II.

0,489 0,49 Grammen.

Es ergiebt sich hieraus, dass in dem Sande 97,8 — 98, im Mittel also 97,9 Proc. Kieselerde und 2 — 2,2, im Mittel 2,1 Proc. andere Substanzen vorhanden sind.

Was die Reinheit der auf diese Weise erhaltenen Kieselerde betrifft, so gab sie mit einer Lösung von kohlensaurem Natron gekocht, eine vollkommene Auflösung, und vor dem Löthrohre mit Soda, eine klare Perle. Mit kohlensaurem Natron zusammengeschmolzen, vermittelst Salzsäure das entstandene kieselsaure Natron zersetzt, u. s. w., gab die abfiltrirte salzsaure Natronlösung mit Ammoniak keinen Niederschlag; sie ist mithin als rein zu betrachten.

2) Qualitative Bestimmung des Alkali's.

Präparirter und geschlämmter Sand, mit der fünffachen Menge metallfreien Flussspaths gemengt, wurden mit concentrirter Schwefelsäure im Platintiegel zum Brei angerührt, anfangs gelinde erwärmt, zuletzt aber geglüht, bis alle Kiesel- und freie Schwefelsäure verflüchtiget waren. Der entstandene schwefelsaure Kalk wurde hierauf mit destillirtem Wasser ausgelaugt, und das Filtrat mit Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak ausgefällt.

Die verdampfte Flüssigkeit gab beim Glühen einen Rückstand, der sich vollkommen in Wasser löste, durch Weinsteinsäure weifs, und durch Platinchlorid gelb gefällt wurde.

Bei Wiederholung des Versuchs, der auf die Weise angestellt wurde, dass als Endresultat Chlormetall erhalten wurde, ergab sich, dass das daraus gewonnene Kalium-Platinchlorid hinreichte, um alles vorhandene Alkali als Kali annehmen zu dürfen.

3) Quantitative Bestimmung des Kali's.

5,0 Grammen präparirter, geschlämmter und geglühter Sand auf obige Weise behandelt, lieferten 0,031 Grammen schwefelsaures Kali = 0,32 Proc. Kali. (Bei diesem

Processe könnte der Vorwurf gemacht werden, man habe die etwa vorhandene Magnesia unberücksichtigt gelassen, allein aus den später anzuführenden Resultaten wird sich hinlänglich ergeben, dass der dadurch entstandene Fehler gleich Null ist.)

4) Qualitative Bestimmung der alkalischen Erden und Metalloxyde.

Ohngefähr 200,0 Grammen präparirter und geschlämmter Sand wurden mittelst Aetzkali in einem Silbertiegel zu verschiedenen Malen aufgeschlossen, durch Salzsäure zersetzt und zur Trockene verdampft, der Rückstand mit salzsaurem Wasser digerirt, und mit Hülfe eines Filters das Lösliche von dem Unlöslichen getrennt. Um nun die grofse Menge von Chlorkalium möglichst zu entfernen, liefsen wir dasselbe auskristallisiren, stürzten, nachdem dieses beendiget war, die ganze Masse auf einen, mit Glasscherben locker verstopften Glastrichter, um die Lauge abfliefsen zu lassen, spülten dieselbe mit destillirtem Wasser mehrmals ab, und machten mit der nun erhaltenen Flüssigkeit folgende Versuche.

a) Zu einem kleinen Theile derselben wurde Schwefelwasserstoffwasser gesetzt, wodurch eine milchigte Trübung von ausgeschiedenem Schwefel entstand.

b) Zu einem andern Theile wurde Schwefelwasserstoffammoniak gesetzt, wodurch eine schwarze Fällung entstand.

c) Die übrige Lauge wurde mit destillirtem Wasser verdünnt, mit etwas Salzsäure gesäuert, und durch Ammoniak übersättiget, der entstandene braungelbe Niederschlag wurde abfiltrirt, mit Kalilauge gekocht, der rothbraune Rückstand abermals durch ein Filtrum getrennt, und das Filtrat mit Salmiak zersetzt; letzterer bewirkte eine weifse Fällung, von Alaunerde. Der von dem Kali ungelöst gebliebene rothbraune Rückstand war Eisenoxyd.

d) Zu einem Theile der Flüssigkeit, aus welcher Ammoniak Eisenoxyd und Thonerde gefällt hatte, wurde Schwefelwasserstoffammoniak hinzugesetzt, es entstand dadurch keine Fällung.

e) Oxalsaures Ammoniak erzeugte einen weifsen Niederschlag von oxalsaurem Kalk, und in der von diesem Niederschlage abfiltrirten Flüssigkeit, brachte phosphorsaures Natron und Ammoniak, nach Verlauf einiger Zeit und nach starkem Umrühren, einen weifsen kristallinischen Niederschlag von phosphorsaurer Talkerde-Ammoniak hervor.

f) Eine Auflösung von schwefelsaurem Kalk brachte zu einem andern Theile der Flüssigkeit gesetzt, keine Fällung hervor, als sie in einem verschlossenen Glase zu derselben gefügt wurde.

Chlorbariumlösung verhielt sich eben so. Salzsaure Talkerde-Ammoniaklösung gleichfalls.

Aus dieser qualitativen Untersuchung ergiebt sich, dass der Sand, aufser dem bereits angeführten Kali auch Eisenoxyd, Thonerde, Kalkerde und Bittererde enthielt.

5) Quantitative Bestimmung derselben.

100,0 Grammen geschlämmter und geglühter Sand wurden, wie oben erwähnt, aufgeschlossen, durch Salzsäure die Kieselerde abgeschieden, die Flüssigkeit zur Kristallisation hingestellt, und die Kristalle so lange in einem mit Glasscherben locker verstopften Glastrichter mit geringen Quantitäten destillirten Wassers abgespült, bis Ammoniak keine Fällung mehr hervorbrachte. Die erhaltene Flüssigkeit wurde nun mit doppelt kohlensaurem Kali gefällt, das gefällte Eisenoxyd und die geichzeitig mitgefällte Alaunerde auf einem Filter gut ausgewaschen, dann in Salzsäure gelöst, die Auflösung mit überschüssigem Kali gekocht, das unlösliche Eisenoxyd auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und geglühet; es wog 0,315 Grammen.

Die Auflösung der Alaunerde in Kali wurde mit Salzsäure übersättiget, und die Alaunerde durch Ammoniak gefällt. Das Gewicht der ausgewaschenen, getrockneten und geglüheten Alaunerde betrug 0,876 Grammen.

Kalk- und Talkerde wurden nun aus der von dem Eisenoxyd und der Alaunerde befreiten Flüssigkeit auf folgende Weise geschieden. Die Flüssigkeit wurde mit Salzsäure gesättiget, Ammoniak hinzugefügt und die Kalkerde

durch kleesaures Ammoniak niedergeschlagen. Der Cylinder, welcher den Niederschlag enthielt, wurde nun an einen warmen Ort gestellt, und nach 12 Stunden der kleesaure Kalk gesammelt, ausgewaschen, getrocknet, geglüht, mit wenig kohlensaurer Ammoniaklösung benetzt und abermals geglüht. Das Gewicht desselben betrug 0,86 Grammen = 0,484 Kalkerde.

Durch phosphorsaures Natron und Ammoniak wurde nun die Talkerde gefällt, der Cylinder 12 Stunden an einen warmen Ort gestellt, der Niederschlag dann gesammelt, vorsichtig ausgewaschen, getrocknet und geglüht. Der Rückstand entsprach 0,009 Grammen Bitterde.

Stellen wir nun die Resultate der quantitativen Analyse des zu den Versuchen angewandten Sandes zusammen, so finden wir, dass 100 Theile desselben bestehen aus:

Kieselerde	97,900
Kali	0,320
Alaunerde	0,876
Eisenoxyd	0,315
Kalkerde	0,484
Talkerde	0,009
	99,904

Da nun durch diese Analysen erwiesen war, dass sich in dem von uns angewandten Sande noch Silikate befanden, die sich in Salpeter-Salzsäure unlöslich verhielten, blieb es uns räthselhaft, durch welches Mittel diese aufgelöst, und in unsere Versuchspflanzen gelangt waren. Nach einigem Nachdenken verfielen wir bald auf die Kohlensäure, welche mit Wasser verbunden, überall ihre zersetzende Wirkung auf die Gebirgsarten, wie ja durch die kohlensäurehaltigen Mineralwasser so deutlich bewiesen wird, bethätiget. Auch schien es uns glaublich, dass die von den Wurzeln der Pflanzen ausgehauchte Kohlensäure, zu der Auflösung der erwähnten Silikate beitragen könne, und theilten diese unsere Vermuthung den Herren Preisrichtern in unserm ersten Aufsatze mit, worauf wir nach deren Aufforderung nachfolgende Versuche anstellten, um uns zu überzeugen:

1) ob die Wurzeln lebender Pflanzen Kohlensäure ausscheiden, und
2) ob die Kohlensäure die Zersetzung der Silikate bedinge.

Die Aushauchung der Kohlensäure durch die Wurzeln fanden wir mittelst eines höchst einfachen, und leicht ausführbaren Versuchs. Wir setzten nämlich einige lebende Pflanzen mit ihren unverletzten, wohl gewaschenen Wurzeln, in eine wässrige Lackmusauflösung, und liessen solche darin vegetiren. Schon nach kurzer Zeit veränderte sich die blaue Farbe des Lackmuswassers in die rothe, und durch Kochen dieser gerötheten Flüssigkeit wurde, unter Entweichung von Kohlensäurebläschen, die ursprüngliche blaue Farbe wieder hervorgebracht.

Um endlich ein möglichst deutliches Resultat von der längere Zeit dauernden Einwirkung kohlensäurehaltigen Wassers auf die, in dem zuvor mit Salpetersalzsäure behandelten Sande befindlichen Silikate zu erhalten, wurden 3 Kilogrammen dieses Sandes in einen grofsen Cylinder geschüttet und mit 8 Litres destillirten Wassers übergossen. In diesen wurde nun fortdauernd, Tag und Nacht, ein Strom kohlensauren Gases geleitet und 30 Tage lang damit fortgefahren. Nach Verlauf dieser Zeit wurde das kohlensäurehaltige Wasser von dem Sande abfiltrirt, in einem Porzellangefäfse verdunstet, der erhaltene Rückstand mit Salpetersäure übergossen, wodurch Kohlensäure entwickelt wurde, und abermals bei gelinder Wärme zur Trockene verdampft. Beim Auflösen der erzeugten salpetersauren Salze blieb Kieselerde zurück. Die filtrirte Lösung zur Trockene verdampft, mit Zuckerkohle, die vollkommen verbrennlich war, vermengt und im Platintiegel verpufft, ertheilte dem damit in Berührung gebrachten und nachher abfiltrirten Wasser eine alkalische Reaction, nachdem diese durch Salzsäure aufgehoben worden war, bewirkte Platinchlorid einen gelben und Weinsteinsäure einen weifsen kristallinischen Niederschlag; es war mithin Kali zugegen.

Die auf dem Filter zurückgebliebene Masse wurde nun mit überschüssiger Salzsäure ausgezogen und filtrirt, wo sie dann mit Ammoniak übersättiget, einen Niederschlag von Eisenoxyd gab. Von diesem abfiltrirt erfolgte auf Zusatz von oxal-

saurem Ammoniak ein weifser Niederschlag von oxalsaurem Kalk, und aus der davon durch ein Filter befreieten Flüssigkeit, fällte phosphorsaures Natron phosphorsaure Talkerde-Ammoniak.

Es ergiebt sich aus diesem Versuche, dass durch eine, lange Zeit anhaltende Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser, auch solche Silikate zersetzt werden, die selbst der Einwirkung von Salpetersalzsäure widerstehen.

Wir haben hierbei alle die Substanzen, welche die Analyse des Sandes gab, bis auf die Thonerde, in dem kohlensäurehaltigen Wasser wieder gefunden, und glauben daher mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass die Kohlensäure und das Wasser die Agentien sind, welche die Silikate zersetzen, und den Pflanzen in einer Verbindung zuführen, wie sie solche zu ihrer vollkommenen Entwickelung bedürfen.

Um nun endlich auszumitteln, ob die Substanz der Gefäfse, in welchen die Pflanzen gezogen wurden, Einfluss auf den Gehalt derselben an unorganischen Stoffen haben könne, wurden ein im Boden durchbohrtes Glasgefäfs, und ein Blumentopf derselben Masse, von welcher die zu den vorigen Versuchen angewandten waren, mit dem erwähnten, geglüheten und mit Säuren behandelten Sande gefüllt, am 15. October 1840 mit Kresse besäet, zwischen zwei Fenster gestellt und mit doppelt destillirtem Wasser, wovon das zuerst abgezogene jedesmal verschüttet wurde, begossen. Die Kresse keimte den 18. October, erreichte im November die Höhe von einigen Zollen, erfror aber während meiner monatlangen Krankheit.

Am 23. April 1841 wurden beide Gefäfse mit auf erwähnte Weise behandeltem Sande gefüllt, und wieder mit Kresse besäet, welche am 25. April schon keimte, aber sich ferner äufserst langsam und kümmerlich entwickelte. Erst am 28. Mai zeigten sich an einigen Pflänzchen die ersten Blüthen, und am 6. Junius bei einigen etwas derberen Pflänzchen Fruchtansätze, die jedoch gröfstentheils taub blieben, oder doch unvollkommene Samen enthielten; bei anderen entstanden gar keine Fruchtansätze, und die Blüthen fielen, ohne Früchte anzusetzen, ab. Die Zahl der Schötchen belief sich niemals über drei bei einem Individuo. Die

Höhe, welche die Pflänzchen in beiden Gefäfsen erlangten, war sehr verschieden, von 3 bis 5 Zoll, so dass keine Pflanze die Höhe von 6 Zoll erreichte; Blätter und Blüthen waren klein und kümmerlich. Bis zum 20. Junius waren die Pflanzen gelb geworden, wurden deshalb am 21. Junius aus dem Sande gezogen, gewaschen, getrocknet, verbrannt und im Platintiegel eingeäschert.

Hundert Theile der im Glasgefäfse gezogenen Kresse lieferten nach dem Verbrennen 9,54 Asche.

Resultate der Analyse:

0,528 Grammen Asche gaben:

a) in Wasser lösliche Substanzen . . .	0,324	Kali Kieselsäure Kohlensäure Schwefelsäure
b) in Salzsäure lösliche Substanzen . . .	0,134	Kalk Magnesia Alaunerde Eisenaxyd Phosphorsäure Kohlensäure
c) Rückstand . . .	0,070	Kieselerde
	0,528	

Hundert Theile der im Thongefäfse gezogenen Kresse lieferten nach dem Verbrennen 9,48 Asche, die wie die vorige zusammen gesetzt war.

Am Schlusse wollen wir noch eines Versuchs erwähnen, welcher unsere ausgesprochene Ansicht hinlänglich beweisen wird, dass nämlich:

1) die Vegetation eine Zeitlang auf Kosten der unorganischen Bestandtheile, welche im Samen vorhanden sind, fortdauern kann, aber aufhört, sobald ihre Quantität eine bedeutungslose Rolle zu spielen anfängt;

2) dass die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen auf keine Weise als Produkt des Pflanzenlebens anzusehen sind, etwa gebildet aus uns unbekannten Elementarstoffen, oder als Verbindungen eigenthümlicher Art der vier bekannten Elemente, welche die organischen Körper konstituiren;

3) dass die Menge der vorhandenen unorganischen Bestandtheile der Pflanzen auch nicht durch den Lebensprocess vermehrt werde, sondern, wenn ein Hinzukommen dieser von Aussen vermieden wird, sie dann genau nur die Menge davon enthalten, welche in dem Samen vorhanden war.

Der Versuch wurde auf folgende Art angestellt. Ein Platintiegel wurde mit dem feinsten Platindrahte, welchen des Handel darbietet, angefüllt, mit destillirtem Wasser befeuchtet, und unter die obere Schicht des Drahtes 30 Samenkörner von Lepidium sativum gelegt. So vorgerichtet wurde er auf einen Teller gesetzt, und mit einer tubulirten Glasglocke, welche unten mit Talg bestrichen war, bedeckt.

Nun wurde ein Gasgemenge, bestehend aus:

21 Maafs Sauerstoff
78 Maafs Stickstoff
1 Maafs Kohlensäure

mithin 100 Maafs künstliche atmosphärische Luft, welche sich in einem Gasometer befand, der, um dieses Gasgemenge abzukühlen, mit Eis umgeben ward, durch eine einschenkliche Glasröhre, welche mit dem Gasometer verbunden war, auf den Boden des Tellers geleitet, worauf sich der Tiegel mit den Samenkörnern befand. Es wurde nun so viel von der künstlichen atmosphärischen Luft durch destillirtes Wasser aus dem Gasometer verdrängt, als dem zehnfachen Raume der Glasglocke entsprach. Wir gaben uns nun der Meinung hin, dass durch diese kältere Luft jene wärmere und wahre atmosphärische Luft aus der Glasglocke entfernt sein dürfte. Die Oeffnung der Glasglocke wurde nun mit dem sehr gut eingeschliffenen Glasstöpsel verschlossen, und der Apparat zwischen zwei Glasfenster aufgestellt, welche unsere anderen Versuchspflanzen geborgen hatten. Vermittelst einer langen Pipette wurde ihnen das nöthige destillirte Wasser gegeben, welches freilich, da keine Verdunstung Statt fand, nur einmal nöthig war, und alle acht Tage die Luft der Glocke durch frische, von derselben Temperatur, mit Hülfe des Gasometers erneuert. Die Samen keimten nach Verlauf zweier

Tage, entwickelten später Blätter, und die Pflänzchen schienen sich ganz wohl zu befinden, erreichten eine verschiedene Höhe, einige von 2, andere von 3 Zoll, während eines Zeitverlaufs von 26 Tagen, wo sie anfingen gelb zu werden und abzusterben. Zwei Samenkörner hatten sich nicht keimfähig gezeigt. Die 28 Pflänzchen wurden nun aus dem Apparat genommen und getrocknet, wobei sie trotz der kümmerlichen Entwickelung doch ganz den der Kresse eigenthümlichen scharfen Geruch zeigten, darauf im Platintiegel verbrannt. Sie lieferten eine Asche von 0,0025 Grammen.

28 gute Samenkörner von Lepidium sativum wurden nun ebenfalls eingeäschert, und gaben bis auf eine unbedeutende Schwankung 0,0025 Asche, also ganz dieselbe Quantität als die Pflanzen.

Caingard de la Tour, Turpin und Andere, waren durch ihre Arbeiten über die Gährung zu dem Schlusse geleitet, dass man solche für eine Vegetation halten müsse, und Robert Rigg machte der Königl. Akademie der Wissenschaften zu London die Mittheilung, dass bei der weinigten Gährung die Quantität der unorganischen Stoffe um 15 bis 19 mal gröfser werde, als sie es vor der Gährung war. Letzterer machte ferner darauf aufmerksam, dass solches um so weniger auffallend erscheinen dürfe, wenn man dieses Resultat mit der Erscheinung, welche das Wachsthum der Pflanzen begleite, zusammenhalte. Hiermit waren nun, wenn wirklich eine Vermehrung der unorganischen Stoffe bei der weinigten Gährung Statt fand, unsere Resultate auf keine Weise in Einklang zu bringen, und ein prüfender Gegenversuch dieser Angabe Rigg's musste darüber entscheiden.

Es wurden zu diesem Zwecke 60 Grammen Zucker mit 5 Grammen Hefe und einer hinreichenden Menge destillirten Wassers in Gährung gebracht. Nach Vollendung derselben wurde die Flüssigkeit abgedampft, der Rückstand eingeäschert, und die kohlehaltige Asche in eine zuvor gewogene Glasröhre gebracht, und damit, wie bei den Pflanzenaschen angeführt, verfahren. Nachdem alle Kohle weggebrannt war, betrug die Gewichtszunahme der Glasröhre 0,24 Grammen.

Dieselbe Quantität und Qualität Zucker und Hefe wurden eingeäschert, und gaben eine Gewichtszunahme der Glasröhre von 0,25 Grammen, wodurch denn die Unrichtigkeit dieser Angabe, dass bei der weinigten Gährung eine Vermehrung der anorganischen Stoffe Statt fände, hinlänglich wiederlegt zu sein scheint.

Nach diesen so eben beschriebenen, und mit der uns möglichsten Genauigkeit ausgeführten Versuchen und Analysen, scheint es uns hinlänglich erwiesen zu sein, dass die Pflanzen nicht von Wasser, Kohlensäure und Stickstoffverbindungen allein leben, und die anorganischen Stoffe, welche in der Asche gefunden worden, sich durch die Vegetationskraft aus den genannten Nahrungsmitteln bereiten, sondern, dass sie die Elementarstoffe derselben im aufgelösten Zustande aus dem Boden, zum Theil aber auch wohl durch die Blätter und blattartigen grünen Theile, als kohlensaures Gas u. s. w. aus der sie umgebenden atmosphärischen Luft, also von Aufsen, aufnehmen. Die Atmosphäre enthält ja auch, aufser dem Ammoniak, eine Menge anderer unorganischer Substanzen, die sich zufällig darin befinden, Salze, Erden, Säuren, Schwefel, ja selbst Metalloxyde, die mit dem Regen und Schnee auf die Gewächse und den Boden niederfallen, von den ersten sowohl durch die Blätter und blattartigen grünen Theile derselben, als vorzüglich durch deren Wurzeln aus dem Boden aufgenommen und assimilirt werden. Wie bedeutend der Gehalt der in der atmosphärischen Luft sich befindenden fremden Stoffe sein muss, kann man schon aus der Berechnung des verstorbenen Berghauptmann v. Reden zu Clausthal in dem Schweiggerschen Journal für Chemie und Physik ersehen. Dieser hat durch genaues Wägen, sowohl der zum Schmelzen bestimmten rohen Stoffe, als auch der daraus gewonnenen Produckte, der Schlacken und sonstigen Rückstände, so wie den gebrauchten Feuermaterialien und deren Asche, berechnet, dass zu seiner Zeit jährlich 5,420000 Centner an vegetabilischen und animalischen Stoffen verflüchtiget und mit der Atmosphäre gemengt worden sind.

Auch ich habe in früheren Zeiten öfters Regenwas-

ser vorzüglich nach Gewittern und Höhenrauche, untersucht [1]), und fast beständig Spuren eines organischen, stickstoffhaltigen Körpers (Pyrrhin?), von Salzsäure, Natron Kalkerde, und nach Gewittern von salpetersaurem Ammoniak, Phosphorsäure und Schwefel darin gefunden. Ganz kürzlich las ich auch in dem 2. Hefte des 26. Bandes des Erdmann'schen Journals für praktische Chemie einen Aufsatz des Herrn Bertels zu Regenwalde in Hinterpommern, in welchem er die Resultate seiner Untersuchungen des Regen- und Schneewassers, welches dort im Jahre 1840 vom Monat März bis zum Monat Februar 1841 gefallen ist, mittheilt, und es aufser Zweifel setzt, dass der Gehalt der atmosphärischen Luft an organischen und unorganischen Stoffen sehr bedeutend sein muss.

Ferner scheint durch die Resultate der obigen Versuche und Analysen erwiesen zu sein, dass eine gewisse Menge von unorganischen Stoffen, Salzen und Erden, selbst Metalloxyde zu der völligen, naturgemäfsen Ausbildung der Gewächse durchaus nothwendig sei, wie es auch schon aus dem Gehalte der salzliebenden Pflanzen, z. B. der Salsola-Arten, der Salicornia, Glaux u. s. w., so wie dadurch, dass einige sogenannte bodenstete Pflanzen, wenn sie von dem ihrer Constitution angemessenen auf einen anderen, ihnen nicht angemessenen Boden verpflanzt worden, bald verkümmern, und zuletzt zu Grunde gehen, hervorzugehen scheint.

Der Einwurf, dass die Culturgewächse fast alle in den verschiedensten Bodenarten gedeihen, und, dass z. B. in einem botanischen Garten einige Tausende von Pflanzen im besten Gedeihen neben einander in demselben Boden stehen können, ungeachtet sie aus den verschiedensten Gegenden abstammen, und gewiss im wilden Zustande auf gänzlich verschiedenen Bodenarten wachsen, scheint mir sehr leicht beseitiget werden zu können, da eine so gemischte Dammerde, wie die Ackerkrume eines kultivirten Ackers, und die Gartenerde, vorzüglich eines botanischen Gartens, jeder Pflanzenart die ihr nöthigen Nahrungsmittel

[1]) Brandes Archiv des Apotheker-Vereins 7. Bd. 2. Heft S. 200 und 16. Bandes 2. Heft S. 151.

liefern kann. Auch kömmt die relative Menge derselben wohl wenig in Betracht, da nach den Untersuchungen und Beobachtungen Sprengel's, es schon zum guten Fortkommen einer Pflanze genügt, wenn nur eine noch sogeringe Menge eines, zu ihrer Constitution nothwendigen unorganischen Stoffes, der aber durchaus nicht völlig fehlen darf, in dem Boden vorhanden ist. So hat er es durch zahlreiche Versuche bestätiget gefunden [1]), dass Luzerne und Esparsette, die bekanntlich auf Kalkboden am besten fortkommen, auch auf einem Boden, dessen Untergrund auf 6 Fuss Tiefe nur 1/5 Proc. Kalkerde enthält, noch vortrefflich gedeihen. Umgekehrt gedeihet die Wucherblume (Chrysanthemum segetum) nicht, wenn auch nur 1 Proc. Manganoxyd in dem Boden vorhanden ist.

Ob aber wirklich alle diejenigen unorganischen Stoffe, welche bei der Analyse der Pflanzenaschen gefunden werden, für das Leben der Pflanzen durchaus nöthig waren, und als Nahrungsmittel für dieselben zu betrachten sind, oder, ob die Pflanzen nicht einzelne derselben hätten entbehren können; ob die Pflanzen nicht einzelne unorganische Stoffe, die ihrer Constitution gleichgültig sind, und die sich zufällig in dem Boden befinden, also nicht als Nahrungsmittel angesehen werden müssen, zuweilen aufnehmen; und endlich, ob nicht ein anorganischer Stoff als Aequivalent für einen andern dienen könne? diese von dem Herrn Doctor Rühle in dessen vortrefflicher Dissertation [2]) aufgeworfenen wichtigen Fragen, in jeder Beziehung genügend zu beantworten, mögte wohl nach seinem eigenen Ausspruche kaum möglich sein, weil sich zu Gunsten einer jeden dieser Ansichten bestimmte Thatsachen anführen lassen. Indessen glaube ich davon, dass ein unorganischer Stoff bei einigen Pflanzen als ein Aequivalent eines anderen dienen könne, mich überzeugt halten zu dürfen. Bekanntlich hat Cadet de Gassincourt schon vor 25 Jahren die Entdeckung gemacht [3]), dass der Samen von ei-

[1]) Carl Sprengel's Bodenkunde. Leipzig 1837. S. 264.
[2]) Ueber den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Alpenpflanzen. Eine Inaugural-Dissertation von Rühle. Tübingen 1838.
[3]) Journal de Pharmacie 1818. Pag. 381.

ner auf Salzboden gewachsenen Salsola Kali, auf gewöhnlichem Gartenboden gesäet, Pflanzen liefere, welche im ersten Jahre Kali und Natron zugleich enthalten, dass aber der Samen dieser Pflanzen im folgenden Jahre ausgesäet, Pflanzen liefere, welche nur Kalisalze enthalten.

Nicht weit von der Saline Salzdahlum wohnhaft, habe ich mit dort gesammelten Samen von Salsola Kali diese Versuche mit dem nämlichen Erfolge nach gemacht, und dieselben auch auf die an demselben Orte wachsende Glaux maritima ausgedehnt.

Ich versetzte nämlich einige dieser niedlichen Pflänzchen, mit einer geringen Menge der an ihnen hängenden Erde ihres Standortes, in einen mit gewöhnlicher Gartenerde, welche nur Spuren von Chlormetallen enthält, gefüllten Blumentopf, und begoss dieselben, wenn es erforderlich war, mit destillirtem Wasser, worin sich eine geringe Menge von salzsaurem Kali aufgelöst befand. Die Pflanzen wuchsen bei dieser Behandlung äufserst üppig, blüheten reichlich und nahmen binnen 10 Monaten den Topf so ein, dass sie sich über den Rand desselben weit erstreckten.

Nun versetzte ich am Ende des Monats März die Pflanzen mit der sie umgebenden Erde in meinen Garten ins freie Land, und überliefs sie nun, ohne sie weiter zu begiefsen, ihrem ferneren Wachsthum. Sie wuchsen wieder sehr freudig, blühten auch in diesem Jahre sehr reichlich, und vermehrten sich sehr, aber in dem folgenden Jahre kränkelten sie um die Blüthezeit, blühten sehr sparsam, vermehrten sich nicht und starben im dritten Jahre zur Blüthezeit ab.

Aus diesen beiden Versuchen scheint man wohl schliefsen zu dürfen, dass beide genannte Pflanzenarten, und auch wohl alle salzliebende Pflanzen, zwar Chlormetalle zu ihrer Nahrung bedürfen, dass es aber gleichgültig ist, ob das Chlor an Natrium oder Kalium gebunden ist. Auch Berthier's Analysen der Asche des Tannenholzes beweisen den ausgesprochenen Satz, dass Kali und Natron, Kalk und Magnesia, sich gegenseitig vertreten können.

Die schwierigste Frage, durch deren Lösung die an-

deren Fragen wahrscheinlich später gelöset werden könnten, ist wohl die, ob die Wurzeln der Pflanzen das Vermögen besitzen, die ihnen zu ihrer Ernährung und vollkommenen Ausbildung nothwendigen Stoffe, aus den sich ihnen darbietenden aufgelösten Substanzen des Bodens sich auswählen, und die für sie unpassenden zurückstofsen, oder, wenn sie wirklich eingesogen wären, ausscheiden können.

Zwar scheint es durch viele Versuche erwiesen zu sein, dass die Wurzeln keine Wahlfähigkeit besitzen und Alles, was nur immer in Wasser aufgelöst ihnen dargeboten wird, es mag ihnen nützlich oder schädlich sein, aufnehmen, auch ist bekanntlich durch Versuche und Analysen bewiesen, dass Pflanzen selbst wirklich giftige Stoffe, wie z. B. Klee und Getreide, Kupfer und Arsenik in geringer Menge ohne allen Schaden aufnehmen können.

Nach meinen Beobachtungen ist dieses nur der Fall, wenn ihnen die Freiheit der Auswahl durch beschränkten Raum benommen worden ist, oder wenn ihre Einsaugungsorgane durch chemisch kräftige Substanzen, wie z. B. Kupfer, Arsenik und andere metallische Salze, im Uebermaafse geschwächt worden sind, wodurch die Wirkungen der Capillärkraft eintreten, und bis zum Absterben der Pflanze alles Dünnflüssige eingesogen wird.

In ihrer völligen Integrität, und wenn sie nicht durch einschliefsende Gefäfse, oder auf einen kleinen Raum beschränkt sind, nehmen sie keinesweges jede ihnen dargebotene Flüssigkeit, selbst nicht in Wasser aufgelöste vegetabilische Farbestoffe, sondern nur das Wasser, worin selbige aufgelöst sind, auf.

Auch die so vielfachen und sinnreichen, fünf Jahre hinter einander fortgesetzten Versuche Daubeny's [1]) in mannigfaltigen Unterlagen, vorzüglich in gepulvertem schwefelsauren Strontian gesäeten Pflanzen von sehr verschiedenen mono- und dickotyledonischen Familien, welche mit einer schwachen Auflösung von salpetersaurem Strontian,

[1]) Loco citato.

bis zum Verbrauche eines Lothes desselben begossen wurden, scheinen es zu beweisen, dass Pflanzen mit unverletzten Wurzeln keine für sie unpassende Stoffe einsaugen, indem von den vielen Pflanzen dieser so zahlreichen Versuche nur drei, eine 0,1 in den Wurzeltheilen, eine in schwefelsauren Strontian gesäete 0,3, und eine dritte, in cararischen Marmor gesäete 0,4 Gran Strontian aufgesogen hatten, wozu leicht unbemerkte Umstände haben beitragen können.

So lehrt uns ja auch die Erfahrung, dass bei verschiedenen Pflanzen, welche neben einander, auf einem und demselben Boden wachsen, das Verhältniss der von ihnen aus demselben aufgenommenen Stoffe ganz verschieden ist, so, dass z. B. der auf einem Acker wachsende Hafer eine bedeutende Menge Kieselerde, der neben ihm wachsende Rhinanthus Crista Galli weit mehr Eisenoxyd, und die zwischen beiden wachsende Fumaria officinalis mehr Kali enthalten. Erscheinungen, die uns wohl berechtigen können zu schliefsen, dass die Wurzeln, wenigstens in einem gewissen Grade, das Vermögen, eine Auswahl aus den, ihnen dargebotenen aufgelösten Stoffen treffen zu können, besitzen müssen, und, dass die Aufnahme der grösstentheils ihre festen Theile bildenden unorganischen Stoffe, der Art nach, durch Gesetze bestimmt wird, wiewohl die Quantität derselben, nach Umständen zuweilen verschieden ist.

Selbst der Umstand, dass wild wachsende Pflanzen nie anders, als wenn es ihnen an Wasser zur gehörigen Auflösung der ihnen nöthigen Substanzen gebricht, an Krankheiten des Ernährungssystems, welchen die kultivirten Gewächse so vielfach unterworfen sind, leiden, scheint mir für diese Ansicht zu sprechen, und Herr Oeconomierath Dr. Sprengel hat dieses durch einen sinnreichen Versuch, welchen derselbe in seiner Land- und Forstwissenschaftlichen Zeitschrift [1]) beschreibt, fast zur Gewissheit erhoben.

Da es aber nicht zu vermuthen ist, dass die erwähnte

[1]) Dr. C. Sprengel's Land- und Forstwissenschaftliche Zeitschrift 2. Bd. 1. Heft. Jahrg. 1834. S. 262 — 266.

Zeitschrift sich in den Händen vieler Pflanzenphysiologen befinde, werde ich das Wichtigste aus jener Abhandlung hier mittheilen.

»Ein 18 Zoll hoher, und 14 Zoll im Durchmesser haltender Kübel, wurde von der Mitte aus, mittelst dünner Brettchen, dadurch in 6 genau schliefsende Fächer getheilt, dass die Brettchen, welche bis an die Oberfläche des Gefäfses reichten, nicht nur in eine kleine, in der Mitte stehende Säule, sondern auch in die Seitenwände und den Boden des Gefäfses griffen. Sämmtliche Fächer füllte er darauf mit Gartenerde an, von denen er die Erde des einen Faches mit etwas kohlensaurem Kali, die des zweiten mit etwas Knochenpulver, des dritten mit etwas Kochsalz, des vierten mit etwas Gips, des fünften mit etwas Kali, Knochenpulver und Gips mischte, die Erde des sechsten Faches aber, des Versuches wegen, unvermischt liefs. Nachdem dieses geschehen war, stellt er auf die Mitte des Kübels ein anderes, 12 Zoll hohes, und 10 Zoll im Durchmesser haltendes Gefäfs ohne Boden, füllte dasselbe gleichfalls mit Gartenerde, und pflanzte in diese am 24. April eine mit vielen, an 6 Zoll langen Wurzeln versehene Pflanze des gemeinen Wiesenklee (Trifolium pratense). Sowohl die Erde des oberen als des unteren Gefäfses wurde während des Wachsthums der Pflanze mit Regenwasser beständig feucht erhalten, wobei er jedoch die Vorsicht gebrauchte, die Fächer des unteren Kübels niemals zu viel zu befeuchten, damit nicht vermittelst der Capillärkraft, die der Erde beigemischten Substanzen zu einander herüber geführt werden könnten. Als die Pflanze am 24. August volle 4 Monate gewachsen hatte, in welcher Zeit sie fortwährend, um sie im Wachsthum zu erhalten, von ihren Blüthenknospen befreit worden war, schlug er zuerst die Bänder des oberen Gefäfses los, nahm die einzelnen Stäbe, woraus dasselbe zusammen gesetzt war, hinweg, befreite die Wurzeln durch Wasser von der anhängenden Erde, und schnitt sie behutsam an denjenigen Stellen ab, wo sie in das untere, noch mit Erde angefüllte Gefäfs drangen.

Jetzt konnte er deutlich wahrnehmen, in welchem

Fache sich sowohl die meisten, als auch die dicksten Wurzeln befanden. Das Fach, welches die Erde mit dem Knochenpulver-Zusätze enthielt, hatte die meisten und stärksten Wurzeln, während die wenigsten und feinsten sich in dem Fache befanden, wo die Erde nur Kochsalz enthielt.

Um nun das Gewicht der Wurzeln kennen zu lernen, und um zu sehen, wie weit sie sich in den verschiedenen Fächern verbreitet hätten, lösete er auch die Bänder des unteren Gefäfses, entfernte nach und nach die einzelnen Stäbe, und spülte Fach vor Fach, die Erde mit Wasser weg. Nun zeigte ihm der Augenschein, dass die Wurzeln in dem Fache, welches Knochenpulver enthielt, nicht allein den Boden des Gefäfses erreicht, sondern auch ihre Richtung wieder nach oben genommen hatten, und ein filziges Gewebe bildeten. In dem Fache, welches das Kochsalz enthielt, berührten die Wurzeln kaum den Boden, und waren nur in geringer Menge vorhanden. Die rein gewaschenen, und durch acht Tage an der Luft getrockneten Wurzeln des Faches, dessen Erde mit Knochenmehl vermischt worden war, wogen lufttrocken 3,0 Grammen, die des mit Kali gemischten 2,3 Grammen, die des mit Gips gemischten 2,0 Grammen, die des mit Kochsalz gemischten 1,1 Grammen, die des mit Kali, Knochenmehl, Kochsalz und Gips gemischten 2,2 Grammen, und die aus dem Fache mit ungemischter Gartenerde 2,5 Grammen.

Eine ähnliche Erfahrung habe ich zufällig im Frühlinge des Jahres 1822 selbst gemacht. Der verewigte Professor Weber in Kiel hatte nämlich im Herbste 1821 verschiedene Pflanzen meines Gartens, unter welchen sich nebst mehrern Arten von Aster, Mentha, Monarda und Lysimachia, auch Astragalus Cicer, Coronilla varia und Galega orientalis befanden, für den dortigen botanischen Garten bei mir bestellt, diese schlug ich bis zur Absendung an einem Orte meines Gartens ein, der durch eine Einfassung von sehr dichtem Buxbaum von dem mit Flusssand bedeckten, hart gewalzten Wege geschieden war, auf welchem sich aber ein kleiner Haufen gelöschten Kalkes, der von einer Reperatur des Geschirrhauses übrig geblie-

ben, und nicht weggeräumt worden war, nahe an dem Buxbaum liegend befand. Noch ehe ich sämmtliche Pflanzen absenden konnte, erhielt ich die traurige Nachricht von dem Tode meines Freundes, und liefs nun die Pflanzen unbeachtet den Winter über eingeschlagen liegen. Am Ende des Monats April des folgenden Jahres, als ich die nöthigsten Gartengeschäfte schon besorgt hatte, wollte ich diese eingeschlagenen Pflanzen entfernen, und bemerkte mit Bewunderung, dass die kalkliebenden Pflanzen, Astragalus Cicer, Coronilla varia und Galega orientalis, ihre soboles, eine Schicht anderer Pflanzen durchsetzend, durch den Buxbaum und den harten Weg, bis ganz in die Nähe des kleinen Kalkhaufens getrieben hatten, und in dem harten Wege freudig empor wuchsen, in dem lockern Gartenboden aber nur wenige, kaum 6 Zoll lange Wurzeln getrieben hatten, dagegen die soboles der Mentha, Monarda, Lysimachia und Aster-Arten, in dem lockeren Boden weit fortgelaufen waren, und in der Nähe des Buxbaums sich nicht weiter ausgebreitet hatten.

Aus dem erwähnten Versuche des Dr. Sprengel, und meiner Beobachtung, so wie aus der allen Gärtnern bekannten Erfahrung, dass die Wurzeln der Obstbäume und vieler andern Gewächse, sich weite Strecken durch schlechtes Erdreich nach einem guten Boden hinziehen, um hier bessere, ihrer Constitution angemessene Nahrung zu finden, scheint wohl deutlich zu resultiren, dass die Pflanzen das Vermögen besitzen, vorzugsweise mit ihren Wurzeln dahin zu wachsen, wo sie eine ihrem Bedürfnisse angemessene Nahrung finden, während sie bis zu einem gewissen Grade den Boden vermeiden, welcher ein Uebermaafs eines leicht in Wasser löslichen Nahrungsstoffes enthielt.

Indessen würde man sich sehr irren, wenn man daraus zugleich schliefsen wollte, dass die Pflanzen bestimmte Stoffe in bestimmter Menge aufnähmen, und eine absolute Wahlanziehung gegen anorganische Stoffe äufserten.

Aufser zahlreichen andern Erfahrungen, zeigen es die von Th. Saussure angestellten Analysen der Asche

verschiedener Gewächse von verschiedenen Standorten schon deutlich, dass bei Gewächsen derselben Art, welche auf verschiedenen Boden wachsen, nicht die Menge, sondern die Zusammensetzung derselben sehr verschieden ist. So enthielt nach seinen Analysen die Asche von Blättern des Rhododendrum ferrugineum auf Kalkboden gewachsen 43,25 kohlensaure Erden, und 0,75 Kieselerde, auf Kieselboden gewachsene 16,75 kohlensaure Erden, und 2,00 Kieselerde. Die Asche von Sträuchern des Vaccinium Myrtillus auf Kalkboden gewachsen 42,00 kohlensaure Erden, und 0,50 Kieselerde, auf Kieselboden gewachsenes 29,00 kohlensaure Erden, und 1,00 Kieselerde u. s. w.

Auch können einzelne, in Wasser leicht lösliche, den Pflanzen sonst in geringer Menge zur Nahrung dienende Stoffe, z. B. salzsaures, schwefelsaures und humussaures Kali, Natron und Ammoniak, nach Sprengel's Ausdrucke, zum relativen Gifte werden, wenn sie ihnen in gar zu grofser Menge dargeboten werden. So wird oft der Boden zu Getreide und Gemüsearten zu stark mit animalischem Dünger, besonders mit Mistjauche, gedüngt, und jene durch die grofse Menge von humussaurem Ammoniak zu Krankheiten disponirt, die ihnen fremd geblieben wären, wenn man mit gehöriger Vorsicht gedüngt hätte. Daher auch Pflanzen, welche schwefelsaure Verbindungen zu ihrer Nahrung bedürfen, nicht leicht zu viel Schwefelsäure oder Kalkerde bekommen, wenn die Schwefelsäure mit Kalkerde verbunden ist, weil der Gips zu seiner Auflösung viel Wasser erfordert. Ist dagegen die Schwefelsäure mit Eisenoxyd verbunden, so werden die Pflanzen von beiden Substanzen leicht über ihr Bedürfniss aufnehmen, da das schwefelsaure Eisen nicht allein wenig Wasser zu seiner Auflösung bedarf, sondern auch durch seine chemische Kraft die Lebenskraft der Wurzel schwächt, und zuletzt auch gänzlich vernichtet.

Die Frage, ob die Wurzeln das Vermögen besitzen, die von ihnen aufgenommenen, etwa unpassenden oder schädlichen Stoffe wieder ausscheiden zu kön-

nen, ist wohl ohne Zweifel am schwierigsten zu beantworten, da es bis jetzt noch immer an genügenden Beweisen für die Ausscheidung anderer Stoffe als der Kohlensäure, durch die Wurzeln fehlt, und dieselbe sogar in einer neueren von der medizinischen Facultät in Tübingen gekrönten Preisschrift [1]) gänzlich geleugnet wird.

So gewiss es auch wohl ist, dass die Wurzel, wie alle nicht grüne Theile der Gewächse, kohlensaures Gas ausscheidet, wovon ich mich selbst durch mehrere Versuche überzeugt zu haben glaube, so ist es doch meines Wissens nicht genügend erwiesen, dass sie auch andere Stoffe absondere.

Wirklich ist es auch nicht gut denkbar, dass ein und dasselbe Organ zugleich einsauge und abscheide, man müsste denn annehmen, wozu ich mich früher geneigt fühlte, dass der obere Theil der Wurzel, die Wurzelfasern (Fibrillae) für die Ausscheidung, und die Saugwurzeln (Radiculae) mit ihren Spitzen für die Einsaugung bestimmt wären, was aber noch gar nicht sicher erwiesen ist.

In Wahrheit beruhet die ganze Lehre von der Wurzelausscheidung nur auf Schlüssen, und auf unsicheren, zum Theil schon widerlegten Angaben älterer Schriftsteller, vorzüglich Plenk's und Brugmann's, und scheint nur in neuerer Zeit durch die sehr zweifelhaften Versuche von Macaire Prinsep bestätiget worden zu sein. Der Grundsatz Senebiers, dass keine Sekretion ohne Exkretion Statt finden könne, ist allerdings richrig, aber bekanntlich fehlt es ja der Pflanze, deren integrirender Theil die Wurzel ist, nicht an den mannigfaltigsten Ausscheidungen.

Eben so gegründet ist die Erfahrung, welche ich noch bei Ausziehung der Wurzeln meiner Versuchspflanzen aus dem trockenen Sande bestätiget gefunden habe, dass nämlich, wenn der Boden, in welchem die Pflanze wurzelt, auch noch so trocken ist, der Sand

[1]) Untersuchungen über die Wurzelausscheidung, ein Auszug einer von der medizinischen Fakultät in Tübingen im Jahre 1836 gekrönten Preisschrift, als Inaugural-Dissertation von E. Walsner Tübingen 1838.

oder die Erde, welche unmittelbar die Wurzel umgeben, schmierig feucht, und zusammen gebacken ist, und nur bei der grössten Trockenheit von den Wurzeln abfällt. Dieser Umstand scheint sich mir aber durch die Anziehungskraft der Saugwurzeln erklären zu lassen, ohne deshalb eine Ausscheidung flüssiger Stoffe annehmen zu müssen.

Die Versuche von Macaire Princep[1]), auf welche Herr Professor Liebig[2]) mit Unrecht so grofsen Werth legt, habe ich in den Jahren 1834 und 1838 sämmtlich mit der mir möglichsten Genauigkeit, und mit denselben Pflanzen nachgemacht, habe aber gefunden, dass der grösste Theil derselben nur bei verletzten Wurzeln gelingt.

Diejenigen Versuche aber, welche für die Ansicht, dass die Wurzeln der Pflanzen die ihnen schädlichen Stoffe wieder ausscheiden können, sprechen sollen, ich meine die mit der Mercurialis und dem Senecio, von deren Wurzeln er einen Theil in eine Auflösung von essigsaurem Blei, salpetersaurem Silber oder Kochsalz, den anderen Theil aber in ein neben stehendes Gefäfs mit destillirtem Wasser hatte tauchen lassen, und nach einigen Tagen die Anwesenheit der angewandten Substanzen in dem destillirten Wasser durch geeignete Reagentien nachweisen konnte, sind von mir mit den nämlichen Pflanzen, und auch mit jungen Kohlpflanzen, mehrmals angestellt worden, aber jedesmal ohne den erwarteten Erfolg, ich mochte nun viel oder wenig von den schädlichen Stoffen angewendet haben. Jedesmal zeigte es sich, dass die Saugwurzeln nach einigen Tagen verletzt waren, und anfingen schwarz zu werden und abzusterben, da denn freilich durch die Capillärkraft eine geringe Spur der angewandten schädlichen Stoffe in die Wurzeln des andern Gefäfses überging, in dem destillirten Wasser selbst aber nie eine Spur davon zu

---

[1]) Mémoires de la société d'histoire naturelle de Genève Tom. V. Pag. 282—302.

[2]) Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie von Dr. Just. Liebig. Braunschweig 1840. S. 146—151.

entdecken war, so, dass ich an dem angegebenen Resultate dieser Versuche gänzlich zweifeln muss, um so mehr, als die nämlichen Versuche von dem Herrn Professor Unger mit der Lemna, und von dem Herrn Dr. Walsner mit zahlreichen Pflanzen angestellt, denselben negativen Erfolg gehabt haben.

Auch die völlig begründete Erfahrung, dass Culturgewächse selten vollkommen gedeihen, wenn sie auf demselben Boden, auf welchem das Jahr vorher Gewächse derselben Art gestanden und gereift haben, wieder gebauet worden, ja! dass nach dem Ausspruche des verdienten Landwirthes Herrn v. Schwerz, Felderbsen nicht vor dem 6. Jahre auf demselben Acker, wo sie früher gestanden und gereift (W.) haben, angebauet werden dürfen, ist ebenfalls als Wirkung der Wurzelausscheidung erklärt worden. Man hat nämlich gesagt, so wenig ein Thier auf seinen Exkrementen gedeihen könne, eben so wenig könne eine Pflanze auf den Aussonderungen ihrer Art gedeihen, die aber Pflanzen von einer anderen Familie als Nahrung und Dünger von Nutzen sein könnten.

Man hat dabei nur nicht bedacht, dass organische Stoffe durch Verwesung zerstört, unorganische aber durch das Umpflügen oder Umgraben mit den andern Substanzen des Bodens vermengt, und gewiss dadurch unschädlich gemacht werden, und endlich, wie es wohl zugehe, dass Bäume mehrere hundert, ja an tausend Jahre, auf ihrer Ausleerung gedeihen.

Viel einfacher lässt sich jene Erfahrung der Landwirthe und Gärtner dadurch erklären, dass der Boden durch die voran gegangene gereifte Frucht, der unorganischen Stoffe, welche zur Constitution des Gewächses gehören, so sehr beraubt worden sei, das eine Frucht derselben Art, selbst wenn der Boden umgeworfen, und frisch mit animalischen, nicht alle den Pflanzen dienlichen unorganischen Stoffen enthaltenden Dünger, versehen worden sei, nicht die gehörige Menge der ihr zu ihrer völligen Entwickelung nothwendigen Nahrungsmittel vorfinde. Eine Bestätigung dieser meiner Ansicht,

scheint mir aus einer in diesem Jahre gemachten Erfahrung hervorzugehen. Ich hatte nämlich ein Feld meines Gartens, welches im verflossenen Jahre Erbsen getragen hatte, und in zwei Jahren nicht mit Miste gedünget war, in diesem Frühlinge mit meinem Kompost, der alle in der Asche der Gewächse sich befindende unorganischen Substanzen, viel Humus, und etwas stickstoffhaltige Verbindungen enthält, düngen, und das Feld wieder mit Erbsen bestellen lassen. Diese wuchsen nicht allein freudig heran, sondern zeichneten sich bei der anhaltenden Dürre durch ihr frisches Ansehen, kräftigen Wuchs, und grofse Fruchtbarkeit vor denen meiner sämmtlichen Gartennachbaren, von welchen mehrere Gemüse-Gärtner sind, aus. Auch Centaurea benedicta baue ich unter den nämlichen Umständen schon 2 Jahre hinter einander mit Vortheil auf demselben Felde, und zweifele nicht daran, dass man jede Culturpflanze in demselben Boden, in welchem das Jahr vorher Pflanzen derselben Art vegetirt haben, und selbst gereift sind, vortheilhaft bauen könne, wenn man nur den Boden mit denjenigen unorganischen Substanzen versorgt, welche zu der Constitution der auf demselben zu erziehenden Pflanzen gehören.

Anhang.

Von vielen Pflanzenphysiologen wird bekanntlich angenommen, dass die Pflanze zu ihrem Wachsthum nicht nur der unorganischen, sondern auch der organischen Körper bedürfe, und dass namentlich unter letzteren die sogenannten humussauren Salze, Dammerdenextract, eine sehr bedeutende Rolle spielen.

De Saussure, ein eifriger Vertheidiger dieser Ansicht, hat in neuester Zeit vielfache Versuche angestellt[1]), um die Richtigkeit dieser Meinung zu beweisen, und Liebig's Ansicht, nach welcher Kohlensäure, Ammoniak und Wasser, die letzten Produkte der Verwesung organisirter Körper, nebst einigen andern Mineralstoffen, namentlich alkalische Basen, die zur Erhaltung des Lebens der Pflanzen nothwendigen Stoffe sind, zu entkräften.

Wegen des sehr grofsen Interesse, welches dieser Gegenstand darbietet, haben auch wir, in Bezug auf die obige Frage, einige Versuche angestellt, und erlauben uns solche anhangsweise hier mitzutheilen.

A. Chemisches Verhalten des Humusextractes.

Der Humusextract wurde aus sogenanntem Compost (einem zwei Jahr alten Gemenge von verwesenden Vegetabilien mit Gartenerde) bereitet, indem

[1]) Froriep's neue Notizen, des 21. Bandes 21. und 22. Stück.

gleiche Theile dieses Compostes und ammoniakfreies destillirtes Wasser 24 Stunden lang hingestellt, öfter umgerührt, und die weingelbe Flüssigkeit darauf abfiltrirt wurde.

Dieser Humusextract im Wasserbade abgeraucht, zeigte in 100 Grammen einen Gehalt von 148 Milligrammen, aus organischer Materie, kohlensaurem Kalk u. s. w. bestehend.

Bringt man in eine mit Sauerstoffgas gefüllte, und mit Quecksilber gesperrte Glasröhre, Humusextract, so bemerkt man fortwährend eine langsam vor sich gehende Volumverminderung, und ein Lichterwerden der Färbung; bringt man nach Verlauf einiger Tage Kalilösung hinein, so bewirkt diese abermals eine Volumverminderung. Es ist bei diesem Versuche folglich Sauerstoffgas verschwunden, und Kohlensäure dafür gebildet worden. Geschieht solches in der atmosphärischen Luft in einem offenen Gefäfse, so geht derselbe Prozess, nur langsamer, vor sich. Es bilden sich in der Flüssigkeit braune schwarze Flocken (Humuskohle) und das Gewicht der organischen Materie vermindert sich.

100 Grammen von Humusextract, welcher einen Monat hindurch dem Zutritt der atmosphärischen Luft ausgesetzt gewesen war, gaben einen Rückstand von 136 Milligrammen; es war also dadurch ein Minus von 12 Milligrammen erzeugt worden.

Dampft man Humusextract im Wasserbade mit Zusatz von etwas Salzsäure ab, so erhält man einen Rückstand, welcher mit Kalilauge übergossen, Ammoniak entwickelt. Unterwirft man den Humusextract einer Destillation, und fängt das Destillat in verdünnter Salzsäure auf, so bleibt beim Verdampfen des Destillates Salmiak als Rückstand.

Humusextract enthält mithin Ammoniak, und zwar in einem Zustande, welcher gestattet, dass solches bei erhöheter Temperatur entweichen kann, ohne Zweifel als kohlensaures Ammoniak. Dieses kohlensaure Ammoniak ist es, was höchst wahrscheinlich in alle Brunnenwasser, mehr oder weniger geführt wird

Der oft bedeutende Gehalt von Ammoniak im Brunnenwasser ist wohl niemanden bekannter als den Pharmazeuten, die oft den vierten Theil des zuerst übergegangenen Destillates wegzuschütten haben, ehe sie mit Quecksilbersublimat eine klarbleibende Auflösung erhalten.

Setzt man einem solchen Brunnenwasser vor der Destillation etwas Phosphorsäure, oder auch Alaun zu, so bekommt man ein Destillat, welches weder auf Quecksilbersublimat noch auf essigsaures Blei verändernd wirkt.

Thonerdehydrat dem Humusextract hinzugefügt, verbindet sich augenblicklich mit der färbenden organischen Materie desselben, und macht solche unlöslich, die überstehende Flüssigkeit ist dann vollkommen farblos.

Vielfache Versuche haben hinreichend gelehrt, dass alle gefärbte Flüssigkeiten auf das Leben der Pflanzen stets nachtheilig einwirken, und dass Verkümmerung, ja selbst der Tod eintritt, wenn solche nicht entfernt werden. Hält man damit die eben erwähnte Eigenthümlichkeit der Thonerde, die in keiner Acker- oder Gartenerde, wo kräftige Vegetation und humusartige Stoffe sich vorfinden, gänzlich fehlt, zusammen, so scheint die Nützlichkeit, ja Nothwendigkeit derselben für das Gedeihen der Pflanzen, auf mehr als eine Art erwiesen zu sein.

Lange Zeit hindurch hat man den Nutzen der Thonerde für das Gewächsreich übersehen, bis erst in neuerer Zeit auf ihre Eigenschaft, Wasser und Ammoniak an zu ziehen, aufmerksam gemacht wurde, und wir glauben eine dritte, für das Pflanzenleben nicht minder wichtige Eigenthümlichkeit der Thonerde, in dem Unlöslichmachen der färbenden Materie, hinzufügen zu können.

B. Vegetationsversuche im Humusextracte.

Am 18. Junius setzten wir eine 8 Zoll hohe Pflanze von Mentha undulata W., und eine eben so hohe Pflanze von Polygonum Persicaria C., beide mit vollkommen unverletzten Wurzeln, da es bei der grofsen

Dürre ein Leichtes war, die Pflanzen mit der Erde aus dem Boden zu heben, ohne die Wurzeln derselben im Geringsten zu verletzen, und dann von der Erde zu befreien, in einem mit Humusextract gefüllten Cylinder. Der Cylinder wurde nun, so weit die Wurzeln im Wasser waren, um das Licht von derselben abzuhalten, mit dunkelm Papiere beklebt, und in ein Zimmer vor das Fenster gestellt. Die Pflanzen wuchsen in dem Humusextracte freudig fort, und trieben lange, sich bis zum 18. Julius weiss erhaltende Wurzeln in grofser Menge. Die von denselben verbrauchte Flüssigkeit wurde gewöhnlich alle drei Tage durch destillirtes Wasser ersetzt.

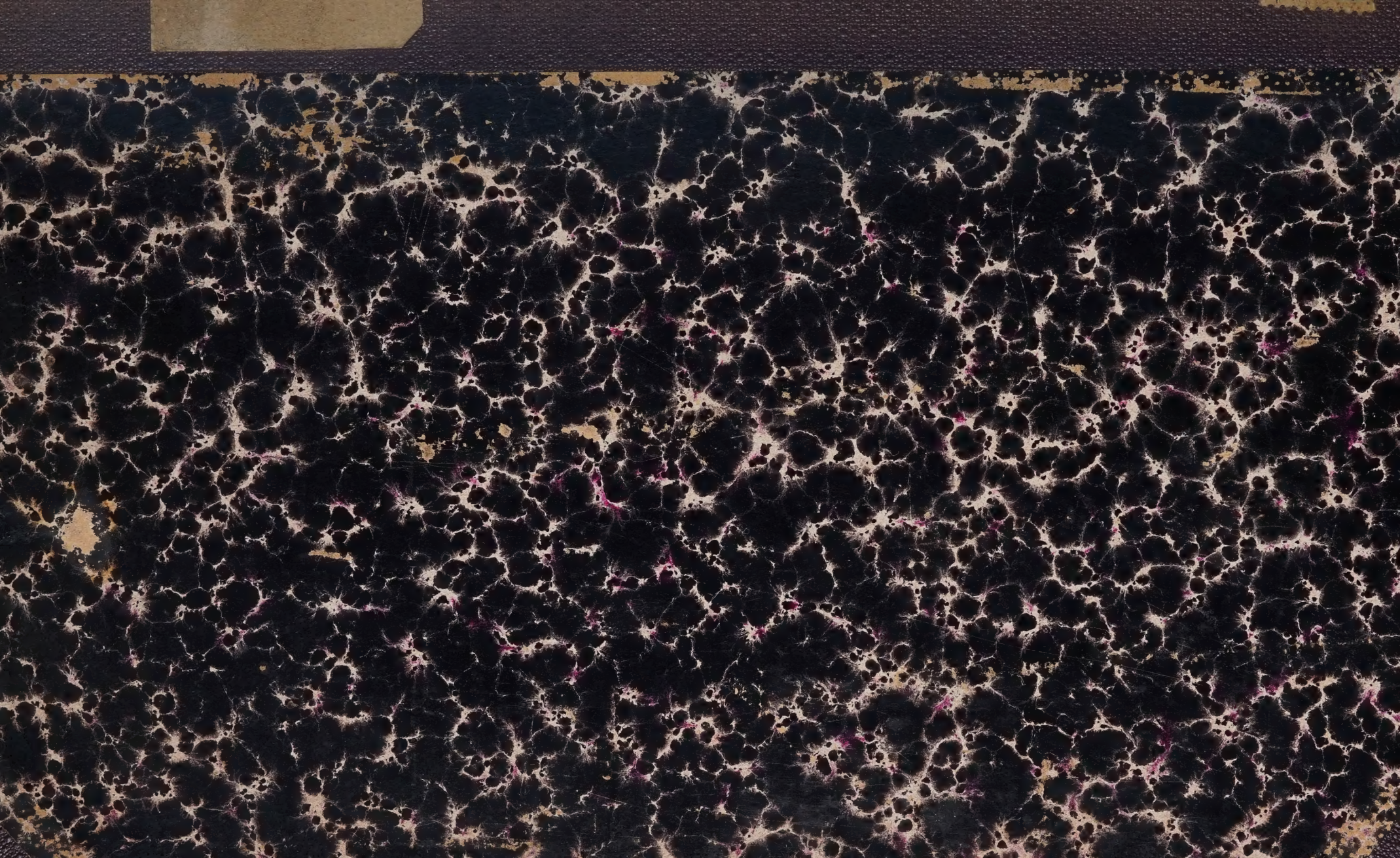
Die weingelb gefärbte Flüssigkeit in dem die Pflanzen enthaltenden Cylinder wurde sichtlich heller, und war am 18. Julius ziemlich entfärbt, blieb aber beständig klar, und beide Pflanzen waren am 18. Julius um 6½ Zoll gewachsen und hatten mehrere Blätter getrieben. Die Mentha kam nicht zum Blühen, das Polygonum aber hatte bis zu dieser Zeit drei Blüthenähren getrieben, deren Blüthen jedoch unentwickelt abfielen.

Nachdem die Pflanzen nun also einen Monat lang in dem Humusextract gestanden hatten, zogen wir dieselben am 19. Julius aus, und dampften 100 Grammen dieser Flüssigkeit im Wasserbade zur Trockniss ab, der Rückstand derselben wog 132 Milligrammen; eine andere Portion davon mit Zusatz von Salzsäure verdampft, gab eine Entwickelung von Ammoniak nicht deutlich zu erkennen, als sie mit Aetzkalilauge versetzt wurde.

Vergleicht man nun die Gewichte der Rückstände von dem gedachten Humusextracte, so verhalten sie sich, wie folgt:

1) im frisch bereiteten Zustande
100 Gr. = 148 Milligr.

2) einen Monat lang der atmosphärischen Luft ausgesetzt » » = 136 » »

3) einen Monat lang darin Pflanzen vegetirt . . . » » = 132 » »

welche Resultate mit den Ansichten Liebig's überein zu stimmen scheinen.